

**PENGOLAHAN LIMBAH KROMIUM INDUSTRI ELEKTROPLATING  
MENGUNAKAN TEKNOLOGI FILTRASI, ABSORPSI, ADSORPSI,  
SEDIMENTASI (FAAS)**

**SKRIPSI**

Diajukan Kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Yogyakarta

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains



Oleh:

Roihan Yahya  
(12306141038)

**PROGRAM STUDI FISIKA  
JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
2018**

## PERSETUJUAN

Skripsi yang berjudul **“PENGOLAHAN LIMBAH KROMIUM INDUSTRI ELEKTROPLATING MENGGUNAKAN TEKNOLOGI FILTRASI, ABSORPSI, ADSORPSI, SEDIMENTASI (FAAS)”** yang disusun oleh Roihan Yahya, NIM 12306141038 ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.



Yogyakarta, 13 Oktober 2017

Dosen Pembimbing

**Suparno, M.App.Sc., Ph.D**  
**NIP 19600814 198803 1 003**

## PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “**PENGOLAHAN LIMBAH KROMIUM INDUSTRI ELEKTROPLATING MENGGUNAKAN TEKNOLOGI FILTRASI, ABSORPSI, ADSORPSI, SEDIMENTASI (FAAS)**” yang disusun oleh Roihan Yahya, NIM 12306141038 ini telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal 27 Oktober 2017 dan dinyatakan lulus.

### DEWAN PENGUJI

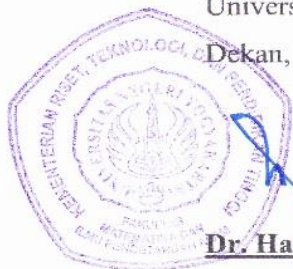
Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
<u>Suparno, Ph.D</u> NIP 196008141988031003	Ketua Penguji		5-4-2018
<u>Dr. Eng. Rida Siti Nur'aini M.</u> NIP 198408182014042001	Sekretaris Penguji		6-4-2018
<u>Agus Purwanto, M.Sc</u> NIP 196508131995121001	Penguji Utama		4-4-2018

Yogyakarta, 9 April 2018

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan,



Dr. Hartono

NIP. 19620329 198702 1 002

## PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini

Nama : Roihan Yahya

NIM : 12306141038

Program Studi : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Judul Skripsi : **Pengolahan Limbah Kromium Industri Elektroplating  
Menggunakan Teknologi Filtrasi, Absorpsi, Adsorpsi,  
Sedimentasi (FAAS)**

Menyatakan bahwa karya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim. Apabila terbukti pernyataan saya tidak benar, sepenuhnya merupakan tanggung jawab saya.

Yogyakarta, 13 Oktober 2017  
Yang Menyatakan,



Roihan Yahya  
NIM. 12306141038

## **MOTTO**

*Sebaik-baik manusia adalah yang bermanfaat kepada orang lain.*

*Katakanlah (Muhammad), “Sesungguhnya shalatku, ibadahku, hidupku, matiku hanyalah untuk Allah, Tuhan semesta alam. (QS 6:162)*

## **PERSEMBAHAN**

*Tugas akhir ini dipersembahkan kepada :*

*Bapak dan ibu, seluruh keluarga tercinta yang selalu mendoakan dan*

*memberikan dukungannya selama ini.*

*Teman-teman Fisika B 2012 dan sahabat-sahabat lainnya yang*

*turut membantu dalam menyelesaikan tugas ini,*

*serta rekan-rekan yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih atas*

*bantuan kalian semua.*

# **PENGOLAHAN LIMBAH KROMIUM INDUSTRI ELEKTROPLATING MENGUNAKAN TEKNOLOGI FILTRASI, ABSORPSI, ADSORPSI, SEDIMENTASI (FAAS)**

Oleh:

Roihan Yahya  
12306141038

## **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh volume limbah dengan *absorbent* yang berupa karbon aktif batok kelapa, pasir pantai Indrayanti, dan kerikil sungai Krasak pada penyaringan limbah industri elektroplating terhadap efisiensi transmisi cahaya, TDS, pH, kadar Cr, dan konduktivitas. Volume limbah dimulai dari sebelum diolah sampai dengan 60 liter penyaringan.

Metode yang digunakan dalam proses penjernihan limbah industri elektroplating adalah teknologi FAAS dengan menggunakan kolom yang terbuat dari pipa berukuran 3 inchi dengan panjang 45 cm sebanyak 3 buah. Bahan-bahan *absorbent* tersebut dimasukkan ke dalam teknologi FAAS dengan masing-masing ketinggian bahan *absorbent* 30 cm untuk setiap pipa. Proses pengolahan dilakukan dengan melewati limbah industri elektroplating ke dalam teknologi FAAS, kemudian hasil penyaringan ditampung untuk selanjutnya diteliti dan dianalisis.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi volume limbah industri elektroplating berpengaruh terhadap nilai efisiensi transmisi cahaya, TDS, pH, kadar Cr, dan konduktivitas. Efisiensi transmisi cahaya dari  $(56\pm 3)\%$  tetap menjadi  $(56\pm 3)\%$ , pH dari  $(7,5\pm 0,1)$  turun menjadi  $(7,4\pm 0,1)$ , TDS dari  $(72\pm 1)$  ppm turun menjadi  $(70\pm 1)$  ppm, kadar Cr dari  $(2,5586\pm 0,0006)$  ppm turun menjadi  $(2,1700\pm 0,0001)$  ppm, konduktivitas dari  $(0,254\pm 0,001)$  mS turun menjadi  $(0,252\pm 0,001)$  mS.

**Kata Kunci:** limbah industri elektroplating, karbon aktif batok kelapa, pasir pantai Indrayanti, kerikil sungai Krasak, teknologi FAAS.

# **PROCESSING THE CHROMIUM WASTE OF ELECTROPLATING INDUSTRY USING FILTRATION, ABSORPTION, ADSORPTION, SEDIMENTATION (FAAS) TECHNOLOGY**

by:

Roihan Yahya

12306141038

## **ABSTRACT**

This research was aimed to determine the effect of varied waste volume of absorbent (activated shell coconut carbon, sand of Indrayanti beach, and pebble of Krasak river) in electroplating liquid waste purification toward light transmission efficiency, TDS, pH, amount of Cr, and conductivity. Varied of waste volume start from before processing until 60 liter after filtrating.

The method used in electroplating liquid waste purification process was FAAS technology using 3 column which made from 3 inch and 45 cm length pipe. The absorbent materials were then filled into the FAAS technology with length of 30 cm for each material column. Absorption processes occurred when soiled water entering FAAS technology, while the results of purification process were collected for investigation and analysis.

The result of research showed that the light transmission efficiency, TDS, pH, amount of Cr, and conductivity were affected by the varied waste volume of electroplating industry. Light transmission efficiency from  $(56 \pm 3)\%$  same to  $(56 \pm 3)\%$ , pH from  $(7,5 \pm 0,1)$  down to  $(7,4 \pm 0,1)$ , TDS from  $(72 \pm 1)$  ppm down to  $(70 \pm 1)$  ppm, amount of Cr from  $(2,5586 \pm 0,0006)$  ppm down into  $(2,1700 \pm 0,0001)$  ppm, conductivity from  $(0,254 \pm 0,001)$  mS down into  $(0,252 \pm 0,001)$  mS.

**Keywords:** Electroplating industry waste, activated shell coconut carbon, sand of Indrayanti beach, pebble of Krasak river, FAAS technology.

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah Yang Maha Kuasa yang telah melimpahkan kekuatan, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi ini dengan baik.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dari berbagai pihak, tugas akhir skripsi ini tidak akan terwujud dengan baik. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis dengan segala kerendahan hati ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Hartono, M.Si selaku Dekan FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan izin untuk penelitian ini.
2. Bapak Yusman Wiyatmo, M.Si selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan izin untuk penelitian ini.
3. Bapak Suparno, Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang telah memberi izin, kemudahan, waktu, bimbingan, semangat dan arahan selama penelitian dan penulisan skripsi ini sehingga dapat terselesaikan.
4. Bapak Juli Astono, M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan motivasi dan arahan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Mas Haris Murtanto, Pak Ali, Pak Manto selaku Staf Laboran dan Teknisi Laboratorium FMIPA UNY yang telah membantu dalam pengambilan data penelitian dengan penuh suka dan duka.



6. Bapak Ciptono, M.Si selaku Ketua Laboratorium Jurusan Pendidikan Biologi yang telah memberikan izin penelitian ini di lahan Hutan Biologi.
7. Rekan-rekan YORADAB dan rekan-rekan seperjuangan Jurusan Pendidikan Fisika angkatan 2012-2016 yang selalu memberikan semangat.
8. Semua pihak yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan dan memiliki banyak kekurangan. Sebagai koreksi penulis mengharapkan kritik dan saran untuk dikaji dalam proses penyempurnaan skripsi ini. Semoga sepotong karya ilmiah ini menyumbangkan pengetahuan, khususnya pada cabang ilmu Fisika Koloid di Indonesia.

Yogyakarta, Oktober 2017

Penulis,

Roihan Yahya  
NIM. 12306141038

## DAFTAR ISI

	Hal
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah .....	4
C. Batasan Masalah.....	5
D. Rumusan Masalah .....	6
E. Tujuan Penelitian .....	6
F. Manfaat Penelitian .....	6
<b>BAB II. KAJIAN PUSTAKA .....</b>	<b>8</b>
A. Deskripsi Teori.....	8

1. Industri Elektroplating.....	8
2. Proses Elektroplating.....	9
3. Limbah Elektroplating.....	11
4. Kromium .....	11
5. Karbon Aktif Batok Kelapa .....	12
6. Pembuatan Karbon Aktif.....	14
7. Pasir Pantai Indrayanti .....	16
8. Kerikil Sungai Krasak .....	17
9. Adsorpsi .....	18
10. Filtrasi, Absorpsi, dan Sedimentasi.....	20
11. Spektroskopi Serapan Atom (SSA).....	21
12. Penentuan Konduktivitas .....	23
13. Penentuan Kandungan Partikel Terlarut .....	24
14. Penentuan Derajat Keasaman.....	25
15. Penentuan Intensitas Cahaya Transmisi.....	27
B. Kerangka Berpikir.....	30
<b>BAB III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>32</b>
A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	32
B. Sampel Penelitian.....	33
C. Variabel Penelitian .....	33
D. Alat dan Bahan Penelitian.....	33
1. Alat Penelitian.....	33
a. Alat Pembuatan Karbon Aktif.....	33
b. Alat Preparasi dan Aktivasi <i>Absorbent</i> .....	34
c. Alat Penyaringan Limbah .....	34
d. Alat Pengukuran Intensitas Transmisi Cahaya .....	34
e. Alat Pengukuran TDS .....	35
f. Alat Pengukuran pH.....	35
g. Alat Pengukuran Kadar Kromium (Cr).....	35
h. Alat Pengukuran Konduktivitas .....	35

2. Bahan Penelitian.....	35
E. Prosedur Penelitian.....	36
1. Pengolahan Bahan <i>Absorbent</i> .....	36
2. Proses Penyaringan Limbah Industri Elektroplating .....	38
3. Pengukuran Intensitas Transmisi Cahaya .....	39
4. Proses Pengujian Kelayakan Air Limbah .....	40
a. Pengukuran TDS.....	40
b. Pengukuran pH.....	41
c. Pengukuran Kadar Cr.....	41
d. Pengukuran Konduktivitas.....	41
F. Desain Penelitian.....	42
G. Teknik Analisis Data.....	43
1. Analisis Perhitungan Efisiensi .....	43
a. Efisiensi Transmisi Cahaya (EP).....	43
b. Ralat Efisiensi Transmisi Cahaya ( $\Delta EP$ ).....	43
2. Analisis Grafik Keluaran Menggunakan Origin 6.0 .....	44
H. Diagram Alir Penelitian.....	44
<b>BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>46</b>
A. Hasil Pengukuran Sampel Awal Limbah Industri Elektroplating.....	46
B. Hasil Efisiensi Transmisi Cahaya pada Proses Penyaringan Limbah Industri Elektroplating.....	47
C. Hasil TDS pada Proses Penyaringan Limbah Industri Elektroplating .....	49
D. Hasil pH pada Proses Penyaringan Limbah Industri Elektroplating...	52
E. Hasil kadar Cr pada Proses Penyaringan Limbah Industri Elektroplating .....	54
F. Hasil Konduktivitas pada Proses Penyaringan Limbah Industri Elektroplating .....	57
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>60</b>
A. Kesimpulan .....	60

B. Saran.....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>62</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>65</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 1. Skema Pelapisan Benda Kerja.....	10
Gambar 2. Karbon Aktif Batok Kelapa berbentuk <i>Granule</i> .....	14
Gambar 3. Pantai Indrayanti .....	17
Gambar 4. Sungai Krasak .....	18
Gambar 5. Proses Adsorpsi Karbon Aktif terhadap Partikel Pengotor .....	20
Gambar 6. Spektroskopi Serapan Atom (SSA).....	23
Gambar 7. Konduktivimeter.....	24
Gambar 8. TDSmeter.....	25
Gambar 9. pHmeter .....	26
Gambar 10. Skema Sistem Elektrode Kaca.....	27
Gambar 11. Luxmeter Digital.....	28
Gambar 12. Sistem Transmisi Cahaya.....	28
Gambar 13. Alat Penyaringan Teknologi FAAS. ....	39
Gambar 14. Digram Alir Penelitian .....	45
Gambar 15. Grafik Volume Limbah Industri Elektroplating dengan Efisiensi Transmisi Cahaya (EP) .....	48
Gambar 16. Grafik Volume Limbah Industri Elektroplating dengan TDS.....	50
Gambar 17. Grafik Volume Limbah Industri Elektroplatig dengan pH.....	53
Gambar 18. Grafik Volume Limbah Industri Elektroplating dengan Kadar Cr.. .	55
Gambar 19. Grafik Volume Limbah Industri Elektroplating dengan Konduktivitas.....	58

## DAFTAR TABEL

Hal

Tabel 1. Tabel Pengukuran Intensitas Transmisi Cahaya dengan Variasi Volume Limbah Industri Elektroplating.....	42
Tabel 2. Tabel Pengukuran TDS, pH, Kadar Cr, dan Konduktivitas dengan Variasi Volume Limbah Industri Elektroplating .....	42
Tabel 3. Tabel Hasil Pengukuran Sampel Awal Limbah Industri Elektroplating .....	46
Tabel 4. Tabel Efisiensi Transmisi Cahaya dengan Variasi Volume Limbah Industri Elektroplating .....	47
Tabel 5. Tabel TDS dengan Variasi Volume Limbah Industri Elektroplating .	50
Tabel 6. Tabel pH dengan Variasi Volume Limbah Industri Elektroplating ....	52
Tabel 7. Tabel Kadar Cr dengan Variasi Volume Limbah Industri Elektroplating .....	54
Tabel 8. Tabel Konduktivitas dengan Variasi Volume Limbah Industri Elektroplating .....	57

## DAFTAR LAMPIRAN

	Hal
Lampiran 1. Hasil Pengukuran Kadar Cr Menggunakan SSA.....	65
Lampiran 2. Peraturan Daerah DIY Nomor 7 Tahun 2016.....	68
Lampiran 3. Rumus dan Perhitungan Ralat Efisiensi Transmisi Cahaya .....	70
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian.....	71



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Air merupakan sumber daya alam yang diperlukan untuk hajat hidup orang banyak, bahkan oleh semua makhluk hidup. Oleh karena itu, sumber daya air harus dilindungi agar tetap dapat dimanfaatkan dengan baik oleh manusia serta makhluk yang lain. Pemanfaatan air untuk berbagai kepentingan harus dilakukan secara bijaksana, dengan memperhitungkan kepentingan generasi yang akan datang (Effendi, H., 2003).

Manusia memerlukan air bersih yang digunakan untuk minum, masak, mandi, cuci dan pemenuhan kebutuhan lainnya. Air bersih yang diperlukan dapat bersumber dari air hujan, mata air, sumur gali, sumur bor, sungai, danau maupun air permukaan lainnya. Salah satu jenis usaha yang sedang berkembang pesat hingga saat ini adalah industri elektroplating. Banyaknya industri elektroplating rumahan di Kota Yogyakarta terutama di Kecamatan Kotagede dan Kecamatan Wirobrajan dapat membawa manfaat yang cukup besar bagi perekonomian dengan mengurangi jumlah pengangguran serta meningkatkan taraf hidup masyarakat. Namun adanya industri elektroplating juga dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan, karena adanya kandungan logam berat kromium (Cr) pada limbah cair yang langsung dibuang ke lingkungan terutama selokan. Lingkungan perairan yang tercemar limbah dalam konsentrasi tinggi dapat membahayakan kehidupan biota air dan manusia yang mengonsumsi biota tersebut.

Elektroplating ialah elektrodiposisi pelapis/coating logam melekat ke elektroda untuk menjaga substrat yang memberikan permukaan dengan sifat dan dimensi berbeda daripada logam basisnya tersebut. Maksud dilakukannya elektroplating ialah demi tujuan penampilan (bagus, kilap, cemerlang), dan perlindungan terhadap korosi (Anton J. Hartomo, 1992). Baku mutu kadar kromium pada limbah industri elektroplating menurut Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016 adalah 0,5 ppm.

Agar tidak memperburuk kualitas air, sudah seharusnya limbah cair industri elektroplating diolah dengan cara yang mudah dan sederhana dalam pemakaiannya. Upaya untuk menjernihkan kembali limbah cair industri elektroplating dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi FAAS (Filtrasi, Absorpsi, Adsorpsi, Sedimentasi). Filtrasi adalah suatu proses pemisahan zat padat dari fluida (gas maupun cair) yang dibawa menggunakan medium berpori atau bahan berpori untuk menghilangkan sebanyak mungkin zat padat tersuspensi dan koloid (Droste, 1997). Filtrasi terjadi pada semua bahan *absorbent* dan dipengaruhi oleh ukuran bahan *absorbent*, semakin kecil ukuran *absorbent* maka hasil filtrasi akan semakin baik. Absorpsi merupakan proses terjebaknya partikel atau absorbat oleh bahan yang berpori/*absorbent* (Nurhidayati, 2009). Proses ini terjadi pada semua jenis *absorbent* dan dipengaruhi oleh besarnya pori yang mana semakin besar pori maka penyaringan akan semakin baik hasilnya. Adsorpsi merupakan proses menempelnya partikel pengotor pada permukaan rongga

*absorbent*. Sedimentasi adalah pemisahan padatan dan cairan menggunakan pengendapan secara gravitasi untuk menyingkirkan padatan tersuspensi (Reynolds, 1996). Proses ini terjadi karena sambungan antar pipa berjarak 10 cm dari dasar pipa, sehingga padatan akan mengendap di bagian bawah pipa. Dalam teknologi FAAS ini digunakan bahan *absorbent* berupa karbon aktif batok kelapa, pasir pantai Indrayanti, dan kerikil sungai Krasak.

Karbon aktif adalah karbon yang telah diaktifkan secara fisika atau kimia, yang menghasilkan karbon dengan pori-pori lebih terbuka. Karbon mempunyai luas permukaan dan struktur yang berongga (Nurhidayati, 2009). Selain itu karbon aktif juga banyak digunakan dalam proses industri seperti proses produksi air minum maupun pengolahan limbah (Wu, 2004). Karbon aktif adalah salah satu bahan yang memiliki sifat penting yaitu daya serap (absorpsi) terhadap gas atau zat lain dalam larutan dan udara, secara umum disebut kemampuan absorpsi. Karbon aktif yang memiliki kemampuan absorpsi tinggi terhadap larutan iodin berarti mempunyai luas permukaan yang lebih tinggi (Tri Widowati, 2003). Di antara bahan-bahan yang dapat digunakan sebagai karbon aktif adalah batok kelapa, dikarenakan mudah didapat, mudah diolah dan memiliki luas permukaan yang luas. Bentuk karbon aktif batok kelapa yang digunakan adalah *granule*.

Pasir dapat menyaring polutan pengotor yang berukuran kecil dan pemilihan pasir di pantai Indrayanti karena pasir di daerah ini merupakan jenis pasir yang lebih baik dalam proses penyaringan dibandingkan beberapa

pasir dari pantai lainnya di daerah Yogyakarta (Suparno, 2012). Kerikil sungai Krasak digunakan sebagai penyerap polutan pengotor yang berukuran cukup besar. Dengan melakukan variasi volume limbah, diharapkan mampu mendapatkan hasil yang baik dalam pengolahan limbah cair industri elektroplating sehingga dapat dibuang dengan aman ke lingkungan.

Penelitian ini menggunakan alat yang terbuat dari pipa berdiameter 3 inchi yang dipotong dengan panjang 45 cm sebanyak 3 buah, diberi sambungan antar pipa dengan melubangi bagian samping kemudian diberi kran untuk mengeluarkan air pada pipa terakhir serta ditutup pada bagian atas dan bawah setiap pipa. Dalam proses penyaringan menggunakan alat ini, selain terjadi proses absorpsi dan adsorpsi, juga terjadi proses sedimentasi. Teknologi FAAS menggunakan *absorbent* yang banyak terdapat di alam, namun dalam proses penyaringannya dibutuhkan waktu yang cukup lama karena kurangnya tekanan untuk mengalirkan air dari satu pipa ke pipa yang lain.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berkembangnya industri elektroplating tidak disertai dengan sistem pengolahan limbah yang baik. Akibatnya limbah cair yang mengandung logam berat Cr tersebut dibuang begitu saja. Pencemaran air berupa logam berat Cr jelas akan mengganggu ekosistem yang dapat berdampak langsung pada kehidupan manusia. Industri elektroplating mengakibatkan dampak

yang buruk pada masyarakat sekitar, karena air yang mereka minum dan dipakai untuk kehidupan sehari-hari mengandung logam berat Cr. Logam berat Cr pada tanaman dapat mengakibatkan hilangnya kemampuan transportasi zat-zat makanan. Sedangkan pada manusia dapat menyebabkan keracunan, infeksi kulit, dan kanker (Heri Priyanto, 2002). Maka, penting untuk dilakukan pengolahan limbah elektroplating dengan cara meningkatkan efisiensi transmisi serta menurunkan konduktivitas, kadar Cr, TDS, dan pH hingga memenuhi baku mutu.

Oleh karena itu, peneliti bermaksud meneliti tentang pengaruh volume limbah elektroplating terhadap pH, TDS, efisiensi transmisi cahaya, konduktivitas dan kadar Cr sebagai indikasi daya serap karbon aktif, pasir aktif, dan kerikil aktif. Dengan menggunakan metode yang sudah teruji diharapkan hasil pengolahan limbah elektroplating akan sesuai standar baku mutu, sehingga limbah yang telah diolah dapat mengurangi pencemaran ke lingkungan.

### **C. Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

Limbah industri elektroplating yang dimaksud dalam penelitian ini adalah limbah cair di selokan kelurahan Patangpuluhan, Wirobrajan, Yogyakarta yang diambil pada 1 Februari 2017.

#### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh volume limbah elektroplating terhadap pH, TDS, dan intensitas transmisi cahaya dalam proses penyaringan menggunakan teknologi FAAS?
2. Bagaimana pengaruh volume limbah elektroplating terhadap kadar Cr dalam proses penyaringan menggunakan teknologi FAAS?
3. Bagaimana pengaruh volume limbah elektroplating terhadap konduktivitas dalam proses penyaringan menggunakan teknologi FAAS?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh volume limbah elektroplating terhadap pH, TDS, dan intensitas transmisi cahaya dalam proses penyaringan menggunakan teknologi FAAS.
2. Mengetahui pengaruh volume limbah elektroplating terhadap kadar Cr dalam proses penyaringan menggunakan teknologi FAAS.
3. Mengetahui pengaruh volume limbah elektroplating terhadap konduktivitas larutan dalam proses penyaringan menggunakan teknologi FAAS.

#### **F. Manfaat penelitian**

Adapun beberapa manfaat dari hasil penelitian ini adalah:

1. Peneliti

Memperoleh informasi tentang pengaruh volume limbah elektroplating terhadap pH, intensitas transmisi cahaya, TDS, konduktivitas dan kadar Cr dalam proses penyaringan FAAS.

2. Lembaga

Memperoleh informasi tentang kadar kromium dan kejernihan limbah elektroplating sebelum dan setelah penyaringan sebagai indikasi penyerapan karbon aktif batok kelapa, pasir pantai Indrayanti, dan kerikil sungai Krasak.

3. Mahasiswa

Sebagai salah satu bahan kajian ataupun rujukan bagi mahasiswa pada penelitian selanjutnya baik yang hanya berkaitan tentang karbon aktif batok kelapa, pasir pantai Indrayanti, kerikil sungai Krasak, pH, TDS, intensitas transmisi cahaya, kadar Cr dan konduktivitas pada proses penjernihan, maupun usaha penjernihan limbah industri elektroplating secara keseluruhan.

4. Masyarakat

Menyumbang wawasan dan pengetahuan tentang manfaat karbon aktif batok kelapa, pasir pantai Indrayanti, dan kerikil sungai Krasak sebagai bahan *absorbent* dalam upaya pengolahan limbah industri elektroplating.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Deskripsi Teori**

##### **1. Industri Elektroplating**

Perkembangan zaman di masa kini telah mendorong terjadinya peningkatan interaksi dan transaksi antara konsumen dan pelaku usaha. Obyek dan bidang yang dijadikan transaksi bisnis antara konsumen dan pelaku usaha berkaitan dengan kebutuhan barang dan jasa, baik makro maupun mikro. Saat ini terdapat beraneka ragam bentuk usaha jasa, salah satunya yaitu usaha jasa elektroplating.

Keberadaan bisnis jasa elektroplating merupakan salah satu bentuk kegiatan bisnis yang dilakukan oleh pelaku usaha. Perkembangan daya pikir masyarakat yang bertambah modern dan berpikir praktis serta keinginan untuk mempercantik benda logam yang dimiliki tentunya melahirkan jenis usaha jasa elektroplating yang juga semakin maju, sehingga bisnis usaha elektroplating bermunculan dimana-mana baik dari skala kecil hingga skala besar.

Pertumbuhan jasa elektroplating tentunya menjadi peluang bisnis yang cukup menjanjikan bagi para pelaku usaha. Namun, dibalik besarnya keuntungan yang dihasilkan dari bisnis elektroplating, usaha ini ternyata memberikan dampak negatif bagi lingkungan di sekitar lokasi usaha. Penggunaan logam berat dan bahan kimia berkadar tinggi dan kurangnya kepedulian pelaku usaha untuk membuat instalasi pengolahan limbah



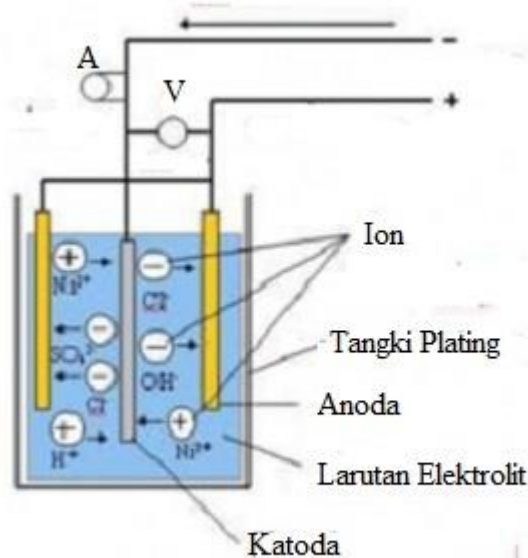
membuat air tanah dan air sumur di sekitar lokasi tercemar oleh limbah kimia.

## **2. Proses Elektroplating**

Proses elektroplating merupakan proses pelapisan logam dengan bantuan arus listrik yang berlangsung secara reaksi reduksi-oksidasi dari logam pelapis (sebagai anoda) ke benda kerja (sebagai katoda yang dilapisi). Pada katoda terjadi proses penangkapan elektron, sedangkan pada anoda terjadi reaksi pelepasan elektron, sehingga proses pengendapan berlangsung di katoda yang berdampak terhadap penambahan ketebalan dan berat benda kerja.

Mekanisme terjadinya pelapisan logam adalah dimulai dari dikelilinginya ion-ion logam oleh molekul-molekul pelarut yang mengalami polarisasi. Di dekat permukaan katoda, terbentuk daerah *Electrical Double Layer* (EDL) yang bertindak seperti lapisan dielektrik. Adanya lapisan EDL memberi beban tambahan bagi ion-ion untuk menembusnya. Dengan gaya dorong beda potensial listrik dan dibantu oleh reaksi-reaksi kimia, ion-ion logam akan menuju permukaan katoda dan menangkap elektron dari katoda, sambil mendeposisikan diri di permukaan katoda. Dalam kondisi *equilibrium*, setelah ion-ion mengalami *discharge* menjadi atom-atom kemudian akan menempatkan diri pada permukaan katoda dengan mula-mula menyesuaikan mengikuti susunan atom dari material katoda (Doddi, 2008).

Secara prinsip proses elektroplating mencakup empat hal, yaitu: pembersihan, pembilasan, pelapisan dan proteksi setelah pelapisan. Keempat hal ini dapat dilakukan secara manual atau bisa juga menggunakan tingkat otomatisasi yang lebih tinggi lagi. Oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan proses, mulai dari proses awal, pembersihan secara mekanis dan kimia, pada proses pelapisan dengan menentukan kondisi operasi yang tepat dan optimum, misalnya dengan konsentrasi larutan dan tegangan listrik yang tepat. Selama proses pengendapan/deposit berlangsung terjadi reaksi kimia pada elektroda dan elektrolit baik reaksi reduksi maupun reaksi oksidasi dan diharapkan berlangsung terus-menerus menuju arah tertentu secara tetap (Saleh, 2000). Secara sederhana skema pelapisan benda kerja melalui elektroplating digambarkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Skema Pelapisan Benda Kerja

### **3. Limbah Elektroplating**

Proses elektroplating selain menghasilkan produk yang berguna, menghasilkan pula limbah padat, gas, dan cair. Limbah padat berasal dari proses penghilangan kerak pada benda kerja maupun pembersihan bak plating setelah dipakai. Limbah gas berasal dari larutan elektrolit maupun larutan asam yang dipakai dalam proses pembersihan. Limbah cair berupa air limbah yang berasal dari proses pencucian, pembilasan, dan proses di dalam bak plating. Limbah cair ini mengandung berbagai logam berat dan senyawa organik maupun anorganik. Kandungan logam berat dalam limbah cair elektroplating yang paling utama adalah kromium, nikel, dan tembaga.

### **4. Kromium**

Unsur kromium (Cr) mempunyai nomor atom 24, nomor massa 51,996, dan termasuk dalam golongan IV B dalam tabel sistem periodik unsur. Logam krom merupakan logam yang tahan terhadap korosi dan bersifat mengkilap sehingga digunakan sebagai pelapis pada berbagai peralatan termasuk kendaraan. Oleh karena itu, unsur ini sering dipakai dalam proses elektroplating bersama dengan nikel untuk lebih menambah sifat anti korosif dan dekoratif (Anton J.Hartomo, 1992).

Logam krom (Cr) adalah logam berat yang bersifat toksik dalam tubuh. Logam krom biasanya berada dalam keadaan sebagai ion  $\text{Cr}^{3+}$  dan  $\text{Cr}^{6+}$ . Stabil pada oksidasi +3, sedangkan oksidasi +6 merupakan oksidan kuat. Logam krom pada kedua bentuk tersebut memiliki karakteristik kimia

yang sangat berbeda. Kromium trivalen stabil, dan berasal dari dikromium trioksida. Kromium heksavalen mudah larut dan relatif stabil meskipun agen pengoksidasi yang kuat dalam asam. Cr(VI) merupakan logam yang sangat beracun dan dapat menyebabkan kanker pada manusia. Pada konsentrasi rendah Cr(VI) sudah bersifat toksik untuk kehidupan akuatik (Rizki Romadhon, 2016).

## **5. Karbon Aktif Batok Kelapa**

Karbon aktif adalah karbon *amorf* berwujud padat yang memiliki luas permukaan internal berongga sehingga mempunyai daya serap yang besar terhadap gas, uap dan zat yang berada dalam larutan. Permukaan yang luas disebabkan adanya permukaan dalam (*internal surface*) yang berongga di dalam karbon aktif (Kirk-Ozhmer, 1983). Oleh karena itu, adanya permukaan dalam yang berongga pada karbon aktif memungkinkan untuk terjadinya proses adsorpsi dan absorpsi.

Karbon aktif adalah karbon yang telah diaktifkan baik secara fisika maupun kimia, yang menghasilkan karbon dengan pori-pori lebih terbuka. Sebelum dilakukan aktivasi, pori-pori karbon biasanya masih terisi oleh air. Dengan melakukan aktivasi fisis yaitu berupa pemanasan pada suhu dan durasi waktu tertentu, pori-pori karbon dapat menjadi lebih terbuka karena air yang terdapat pada karbon telah menguap (Tjokrokusumo, 1998).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa bentuk pori karbon bermacam-macam, antara lain: bentuk kapiler terbuka pada kedua ujungnya, bentuk leher sempit, bentuk meruncing ke ujung

(bentuk huruf v) dan pori bentuk lonjong. Struktur pori baik makropori maupun mikropori ini merupakan bagian terpenting selama proses absorpsi, karena struktur dan ukuran dari ruang pori akan menentukan distribusi ukuran molekul-molekul yang terserap masuk ke dalam pori-pori karbon aktif (Saleh, 2000).

Dalam kehidupan masyarakat di Indonesia batok kelapa dikenal oleh masyarakat memiliki sifat-sifat yang baik untuk dimanfaatkan, salah satunya sebagai kerajinan seni yang bernilai tinggi dan sebagai bahan baku arang. Batok kelapa juga relatif murah karena banyak ditemukan di sekitar pemukiman pedesaan, pasar, dan warung.

Beberapa sifat karbon aktif dari tempurung kelapa antara lain adalah strukturnya sebagian besar mikropori, kekerasannya tinggi, mudah diregenerasi dan daya serap iodinnya tinggi sebesar 1100 mg/g (Pambayun dkk., 2013). Hal tersebut menyebabkan nilai komersialnya tinggi, sehingga memiliki peranan penting dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan dan teknologi modern. Karbon aktif tersebut dapat dimanfaatkan antara lain untuk pemurnian cairan dan gas, pemisahan campuran, dan sebagai pengemban katalis logam karena mempunyai luas permukaan yang besar dengan aktivitas katalitik intrinsiknya yang rendah (Kenneth, 2002). Gambar 2 menunjukkan karbon aktif batok kelapa berbentuk *granule*.



Gambar 2. Karbon Aktif Batok Kelapa Berbentuk *Granule*

## 6. Pembuatan Karbon Aktif

Prinsip dasar pembuatan karbon aktif adalah pirolisis bahan, yaitu pembakaran tanpa atau dengan sedikit oksigen. Dengan kata lain pembakaran dilakukan tanpa berhubungan dengan udara luar, sehingga akan terjadi dekomposisi komponen-komponen dalam bahan. Selanjutnya bahan karbon hasil pirolisis diaktifkan untuk menambah keaktifan karbon dengan cara memperluas permukaan pori karbon (Cheremisinoff, 1978). Dengan memperluas permukaan pori karbon maka serapan yang dapat dilakukan karbon pada zat polutan akan semakin maksimal.

Secara umum dalam pembuatan karbon aktif terdapat dua tingkatan proses, yaitu:

### a. Karbonisasi

Proses karbonisasi merupakan salah satu tahapan yang penting dalam pembuatan karbon aktif. Dilakukan dengan cara membakar batok

kelapa dalam tungku reaktor buatan bersuhu tinggi. Pemanasan yang perlu dilakukan yaitu pada temperatur 500 °C selama 4 jam dengan tujuan untuk menghilangkan kandungan zat yang mudah menguap sehingga akan terbentuk struktur pori awal (Jankowska dkk, 1991). Struktur pori awal tersebut biasanya masih mengandung air sehingga perlu dilakukan tahapan selanjutnya yaitu tahap aktivasi, baik berupa aktivasi fisis ataupun aktivasi kimia.

b. Proses Aktivasi

Proses aktivasi bertujuan untuk menaikkan kemampuan absorpsi karbon aktif baik dengan cara memperluas permukaan karbon (aktivasi fisis) ataupun mengubah sifat permukaan karbon (aktivasi kimia). Proses aktivasi karbon aktif dilakukan dengan cara aktivasi fisis. Aktivasi fisis melibatkan penggunaan gas-gas pengoksidasi (*Oxidating Agent*) pada suhu tinggi seperti uap, gas CO<sub>2</sub> dan udara (Austin, 1996). Umumnya karbon dipanaskan di dalam tanur pada temperatur 100 °C sampai 300 °C selama waktu tertentu (Sembiring dkk, 2003). Aktivasi fisis ini bertujuan untuk membuka permukaan karbon dan memperbesar pori-pori karbon. Aktivasi kimia melibatkan penggunaan asam kuat atau basa kuat dengan tujuan memberi sifat ikatan ion pada permukaan karbon.

Karbon aktif biasanya ditemukan dalam bentuk *powder*, *granule*, dan *gravel*. Dalam keadaan ini biasanya ukuran yang dipakai adalah mesh. Perbedaan ukuran partikel juga berpengaruh pada fungsi karbon aktif itu sendiri. Karbon aktif berbentuk serbuk (*powder*) digunakan dalam proses

absorpsi pada larutan, sedangkan karbon aktif berukuran butiran (*granule*, *gravel*) digunakan dalam pengabsorbsian gas dan uap. Selain penggunaannya yang berbeda, karbon aktif serbuk dan butiran juga mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing (Nurhidayati, 2009). Kelebihan dan kekurangan karbon aktif berukuran butiran (*granule*) :

1) Kelebihan

- a) Pengoperasian mudah karena ukuran relatif besar
- b) Proses berjalan cepat karena tidak terbentuk endapan lumpur
- c) Karbon tidak bercampur dengan lumpur sehingga dapat diregenerasi.

2) Kelemahan

- a) Memerlukan tambahan unit pengolah, yaitu unit filter yang berupa penyaring seperti kertas saring
- b) Luas permukaan kontak persatuan berat lebih kecil karena ukuran butiran karbon besar
- c) Beberapa jenis arang akan mengambang karena massa jenisnya lebih kecil daripada air. (Nurhidayati, 2009)

Karbon aktif berbentuk butiran menurut Chester K. Wentworth dibagi menjadi dua ukuran berbeda yaitu *gravel* (karbon aktif berukuran 4,76 mm atau 4 mesh) dan *granule* (karbon aktif berukuran 2,40 mm atau 8 mesh) dengan pertimbangan dapat dilakukan komparasi efisiensi absorpsi masing-masing ukuran bahan tersebut.

## **7. Pasir Pantai Indrayanti**



Pasir adalah media filter yang paling umum dipakai dalam proses penjernihan air, karena pasir dinilai ekonomis, tetapi tidak semua pasir dapat dipakai sebagai media filter. Pasir berfungsi menyaring partikel pengotor yang berukuran kecil. Namun diperlukan pemilihan jenis pasir, sehingga diperoleh pasir yang sesuai dengan syarat-syarat media pasir. Pasir pantai Indrayanti termasuk salah satu jenis pasir yang layak digunakan sebagai media filter.

Pantai Indrayanti (Gambar 3) terletak di desa Tepus, kecamatan Tepus, kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Pantai ini cukup berkembang dan populer. Pantai Indrayanti memiliki pasir berwarna putih, yang menunjukkan pasir di pantai ini belum terlalu tercemar. Pantai Indrayanti sebenarnya memiliki nama asli yaitu pantai Pulang Syawal, namun dalam perkembangannya pihak swasta membuka sebuah cafe dan resto pantai yang bernama Indrayanti sehingga masyarakat luas lebih mengenalnya dengan sebutan pantai Indrayanti.



Gambar 3. Pantai Indrayanti

## **8. Kerikil Sungai Krasak**

Kerikil merupakan salah satu media filter yang biasa digunakan dalam penyaringan air limbah. Kerikil dalam proses penyaringan memiliki fungsi sebagai penyaring partikel-partikel pengotor yang berukuran besar. Sungai Krasak (Gambar 4) adalah nama sungai yang mengalir dari gunung Merapi ke arah barat daya hingga bermuara di Kulon Progo. Sebagai sungai yang berhulu di puncak Merapi, sungai Krasak merupakan salah satu sungai yang mengalirkan lahar dingin hasil aktivitas erupsi Merapi yang di musim kemarau tertahan di puncak gunung. Endapan lahar dingin yang merupakan pasir, kerikil, krakal hingga batu-batu yang besar merupakan berkah tersendiri bagi masyarakat sekitar yang berprofesi sebagai penambang. Pasir dan kerikil ini berkualitas sangat baik untuk struktur bangunan.



Gambar 4. Sungai Krasak

## 9. Adsorpsi

Menurut Sukardjo (1997) adsorpsi merupakan proses penyerapan molekul-molekul gas atau cair pada permukaan adsorben. Fase yang mengadsorpsi disebut adsorben dan fase yang teradsorpsi disebut sebagai

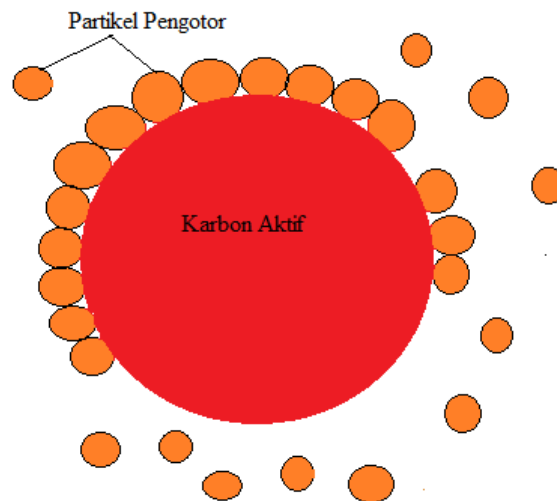
adsorbat. Pada proses adsorpsi, molekul-molekul pada permukaan zat padat atau zat cair mempunyai gaya tarik ke arah dalam, karena tidak ada gaya lain yang mengimbangi (sehingga) menyebabkan zat padat atau zat cair tersebut memiliki gaya adsorpsi.

Menurut Unangalim Ardhiyadi (2012) adsorpsi atau proses penjerapan adalah suatu peristiwa terkontakannya partikel padatan dan cairan pada kondisi tertentu sehingga sebagian cairan terjerap (menempel pada permukaan rongga) di permukaan padatan dan konsentrasi cairan yang tidak terjerap (menempel pada permukaan rongga) mengalami perubahan. Pada proses ini partikel pengotor menempel pada bagian pinggir dari bahan penjerap (Gambar 5). Hal tersebut yang membedakan adsorpsi dan absorpsi.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi daya adsorpsi suatu bahan menurut Cheremisinoff dan Ellerbusch (1978) adalah:

- a. Karakteristik fisik dan kimia adsorben, antara lain luas permukaan, ukuran pori, adsorpsi kimia dan sebagainya.
- b. Karakteristik kimia adsorbat, antara lain ukuran molekul, polaritas molekul, komposisi kimia dan sebagainya.
- c. Konsentrasi adsorbat dalam larutan
- d. Karakteristik larutan, antara lain pH dan temperatur
- e. Lama waktu adsorpsi.

Gambar 5 adalah gambaran proses adsorpsi karbon aktif terhadap partikel pengotor.



Gambar 5. Proses Adsorpsi Karbon Aktif terhadap Partikel Pengotor

#### 10. Filtrasi, Absorpsi, dan Sedimentasi

Filtrasi adalah suatu pemisahan zat padat dari fluida (cair maupun gas) yang membawanya menggunakan suatu medium berpori atau bahan berpori lain untuk menghilangkan sebanyak mungkin zat padat halus yang tersuspensi dan koloid. Pada pengolahan air minum, filtrasi digunakan untuk menyaring hasil dari proses koagulasi, flokulasi, sedimentasi sehingga dapat pula mereduksi kandungan bakteri, menghilangkan warna, rasa, bau, besi dan mangan. Perencanaan suatu sistem filter untuk pengolahan air tergantung pada tujuan pengolahan (Sugiharto, 2008).

Absorpsi adalah proses terjebaknya partikel atau absorbat oleh bahan yang berpori/*absorbent* (Nurhidayati, 2009). Proses ini hanya bisa terjadi ketika *absorbent* mempunyai rongga/pori. Semakin besar pori pada *absorbent* maka daya serap pada partikel pengotor akan semakin besar (Unangalim Ardhiyadi, 2012). Hal inilah yang mendasari dilakukannya

aktivasi fisis pada karbon, yaitu dengan menguapkan air yang masih terperangkap pada celah pori karbon setelah proses karbonisasi.

Pengertian absorpsi sendiri sering disalahartikan dengan istilah adsorpsi. Meskipun kedua istilah tersebut memiliki pengertian yang berbeda namun peristiwa absorpsi dan adsorpsi saling berkaitan satu sama lain. Adsorpsi adalah proses jerapan dan absorpsi adalah proses serapan. Adapun hal yang paling membedakan pada kedua proses tersebut adalah ketika absorpsi partikel pengotor masuk ke dalam rongga yang paling dalam (pori) sedangkan adsorpsi partikel pengotor hanya menempel pada permukaan rongga.

Sedimentasi adalah pemisahan padat-cair menggunakan pengendapan secara gravitasi untuk menyisahkan padatan tersuspensi. Pada umumnya, sedimentasi digunakan pada pengolahan air minum, pengolahan air limbah, dan pada pengolahan air limbah tingkat lanjutan. Pada pengolahan air limbah, terapan sedimentasi khususnya untuk penyisihan grit, pasir atau silt (lanau) dan penyisihan padatan tersuspensi (Sugiharto, 2008).

## **11. Spektroskopi Serapan Atom (SSA)**

Spektrofotometri serapan atom adalah suatu metode analisis yang didasarkan pada proses penyerapan energi radiasi oleh atom-atom yang berada pada tingkat energi dasar (*ground state*). Penyerapan tersebut menyebabkan tereksitasinya elektron dalam kulit atom ke tingkat energi yang lebih tinggi. Keadaan ini bersifat labil, elektron akan kembali ke tingkat energi dasar sambil

mengeluarkan energi yang berbentuk radiasi. Dalam SSA (Gambar 6), atom bebas berinteraksi dengan berbagai bentuk energi seperti energi panas, energi elektromagnetik, energi kimia dan energi listrik. Interaksi ini menimbulkan proses-proses dalam atom bebas yang menghasilkan absorpsi dan emisi (pancaran) radiasi dan panas. Radiasi yang dipancarkan bersifat khas karena mempunyai panjang gelombang yang karakteristik untuk setiap atom bebas (Basset, 1994).

Hubungan kuantitatif antara intensitas radiasi yang diserap dan konsentrasi unsur yang ada dalam larutan cuplikan menjadi dasar pemakaian SSA untuk analisis unsur-unsur logam. Untuk membentuk uap atom netral dalam keadaan/tingkat energi dasar yang siap menyerap radiasi dibutuhkan sejumlah energi. Energi ini biasanya berasal dari nyala hasil pembakaran campuran gas asetilen-udara atau asetilen-N<sub>2</sub>O, tergantung suhu yang dibutuhkan untuk membuat unsur analit menjadi uap atom bebas pada tingkat energi dasar (*ground state*). Disini berlaku hubungan yang dikenal dengan hukum Lambert-Beer yang menjadi dasar dalam analisis kuantitatif secara SSA. Hubungan tersebut dirumuskan dalam persamaan sebagai berikut :

$$A = \varepsilon \cdot b \cdot c \dots\dots\dots (1)$$

dengan,

$A$  = absorbansi, tanpa satuan

$\varepsilon$  = koefisien ekstensi molar [L/(mol/cm)]

$b$  = panjang jejak sinar dalam medium berisi atom penyerap (cm)

$c$  = konsentrasi (mol/L)

Pada persamaan di atas ditunjukkan bahwa besarnya absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi atom-atom pada tingkat tenaga dasar dalam medium nyala. Banyaknya konsentrasi atom-atom dalam nyala tersebut sebanding dengan konsentrasi unsur dalam larutan cuplikan. Dengan demikian, dari plotting serapan dan konsentrasi unsur dalam larutan standar diperoleh kurva kalibrasi. Dengan menempatkan absorbansi dari suatu cuplikan pada kurva standar akan diperoleh konsentrasi dalam larutan cuplikan.



Gambar 6. Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

## 12. Penentuan Konduktivitas

*Nilai konduktivitas listrik (specific electric conductivity) suatu larutan atau cairan diukur menggunakan konduktivimeter (Gambar 7). Pada penelitian ini konduktivimeter yang digunakan adalah merk Lutron dengan tipe CD-4301. Nilai konduktivitas listrik sebuah zat cair menjadi referensi atas jumlah ion serta konsentrasi padatan (Total Dissolved Solid / TDS) yang terlarut di dalamnya. Pengukuran jumlah ion di dalam suatu cairan menjadi penting untuk beberapa kasus.*

Konsentrasi ion di dalam larutan berbanding lurus dengan daya hantar listriknya. Semakin banyak ion mineral yang terlarut, maka akan semakin besar kemampuan larutan tersebut untuk menghantarkan listrik. Sifat kimia inilah yang digunakan sebagai prinsip kerja *konduktivimeter*.

Sebuah sistem *konduktivimeter* tersusun atas dua elektrode, yang dirangkakan dengan sumber tegangan serta sebuah ampere meter. Elektrode-elektrode tersebut diatur sehingga memiliki jarak tertentu antara keduanya. Pada saat pengukuran, kedua elektrode ini dicelupkan ke dalam sampel larutan dan diberi tegangan dengan besar tertentu. Nilai arus listrik yang dibaca oleh ampere meter, digunakan lebih lanjut untuk menghitung nilai konduktivitas listrik larutan.



Gambar 7. Konduktivimeter

### 13. Penentuan Kandungan Partikel Terlarut

Jumlah zat padat terlarut pada sebuah larutan diukur menggunakan TDSmeter (Gambar 8). TDS (*Total Dissolved Solid*) yaitu ukuran suatu kandungan kombinasi dari semua zat-zat anorganik dan organik yang terdapat di dalam suatu cairan sebagai molekul yang terionkan atau bentuk



mikrogranular yang terperangkap. TDSmeter menggambarkan jumlah zat terlarut dalam *part per million* (ppm) atau sama dengan miligram per liter (mg/l). Contoh, kandungan Fe dalam air sungai adalah 5 ppm artinya dalam setiap liter air sungai terdapat 5 mg Fe.

Aplikasi yang umum digunakan adalah untuk mengukur kualitas cairan biasanya untuk pengairan, pemeliharaan aquarium, kolam renang, proses kimia, pembuatan air mineral, dll. Setidaknya, kita dapat mengetahui air minum mana yang baik dikonsumsi tubuh, ataupun air murni untuk keperluan kimia (misalnya pembuatan kosmetik, obat-obatan, makanan, dll) (Razif, 2001). Prinsip kerja TDSmeter adalah mencelupkan alat ke dalam larutan (air sampel) yang akan diukur, kemudian terjadi proses sensor *signal processing* (pemberi sumber tegangan pada alat) yang kemudian akan diubah menjadi konduktansi dan outputnya dalam bentuk angka (bit).



Gambar 8. TDSmeter

#### 14. Penentuan Derajat Keasaman

pHmeter (Gambar 9) adalah sebuah alat elektronik yang berfungsi mengukur pH suatu cairan. pH (Potensial Hidrogen) adalah derajat

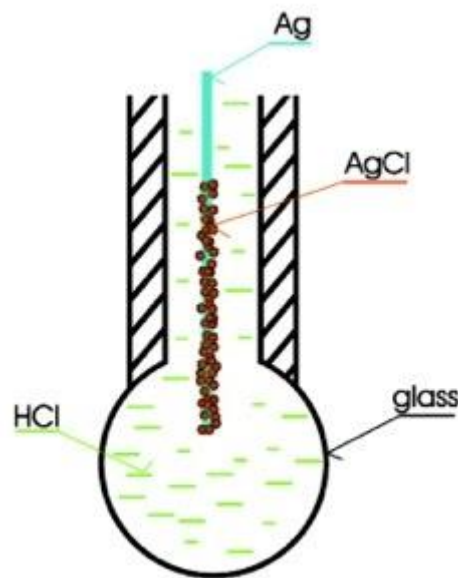
keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau tingkat kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. pH adalah ukuran logaritmik dari konsentrasi ion hidrogen dari larutan. Nilai pH merupakan negatif logaritma dari konsentrasi ion hidrogen. Istilah pH pertama kali dijelaskan oleh ahli biokimia Denmark, SPL Sorensen pada tahun 1909.



Gambar 9. pHmeter

Prinsip kerja utama pH meter adalah terletak pada sensor *probe* berupa elektroda kaca (*glass electrode*) dengan cara mengukur jumlah ion  $H_3O^+$  di dalam larutan. Ujung elektrode kaca adalah lapisan kaca setebal 0,1 mm yang berbentuk bulat (*bulb*). *Bulb* ini dipasangkan dengan silinder kaca non-konduktor atau plastik memanjang, yang selanjutnya diisi dengan larutan HCL ( $0,1 \text{ mol/dm}^3$ ). Di dalam larutan HCL, terendam sebuah kawat elektrode panjang berbahan perak yang pada permukaannya terbentuk senyawa setimbang AgCl. Konstannya jumlah larutan HCL pada sistem ini membuat elektrode Ag/AgCl memiliki potensial stabil. Inti sensor pH terdapat pada permukaan *bulb* kaca yang memiliki kemampuan untuk bertukar ion positif ( $H^+$ ) dengan larutan terukur. Kaca tersusun atas

molekul silikon dioksida dengan sejumlah ikatan logam alkali (Gambar 10). Pertukaran ion hidronium ( $H^+$ ) yang terjadi antara permukaan *bulb* kaca dengan larutan sekitarnya inilah yang menjadi kunci pengukuran ion  $H_3O^+$  di dalam larutan (Miller,2000).



Gambar 10. Skema Sistem Elektrode Kaca

## 15. Penentuan Intensitas Cahaya Transmisi

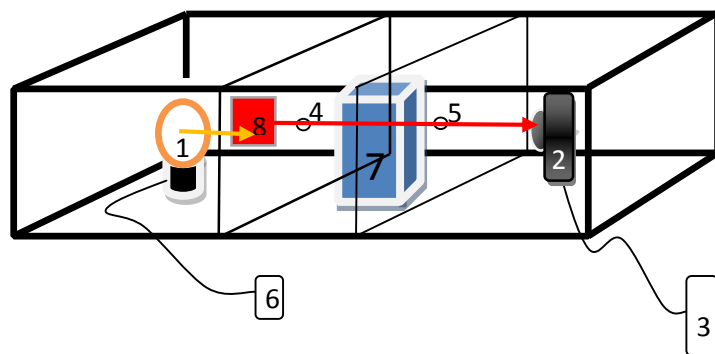
Luxmeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur besarnya intensitas cahaya. Lux diambil dari candela (satuan intensitas cahaya), sebagai unit standar untuk mengukur kekuatan cahaya. Luxmeter berfungsi dengan cara menggunakan fotodetektor untuk menangkap cahaya. Kemudian luxmeter mengubah cahaya tersebut menjadi *electrical current* (arus listrik). Dengan mengukur besar nilai arus listrik ini memungkinkan alat untuk mengkalkulasi nilai lux dari cahaya yang ditangkap. Ada 2 macam jenis Luxmeter, yaitu Luxmeter analog dan Luxmeter digital. Luxmeter digital (Gambar 11) lebih mudah dibaca hasil ukurnya dan bisa

membaca hasil pengukuran yang sangat kecil. Namun harga Luxmeter digital relatif lebih mahal bila dibandingkan dengan Luxmeter analog (Unangalim A., 2012).



Gambar 11. Luxmeter Digital

Sistem transmisi cahaya (Gambar 12) biasa digunakan dalam bidang teknologi hamburan cahaya untuk mengetahui kondisi suatu larutan. Dengan prinsip cahaya dirambatkan secara lurus kemudian ditabrakkan ke larutan tersebut kemudian diteruskan sehingga sampai ke detektor maka dapat diketahui kondisi dari larutan yang ditinjau.



Gambar 12. Sistem Transmisi Cahaya

Keterangan gambar:

1. Lampu pijar 60 watt
2. Detektor cahaya (luxmeter digital)
3. Panel display luxmeter
4. *pinhole* 1
5. *pinhole* 2
6. Sumber tegangan (PLN)
7. Wadah larutan uji
8. Filter cahaya merah

Sumber cahaya pada sistem transmisi cahaya dapat menggunakan laser ataupun sumber cahaya konvensional. Untuk laser sudah merupakan sumber cahaya yang bersifat monokromatis dengan lebar pita spektrum yang lebih sempit sehingga mudah dikontrol. Untuk sumber cahaya yang berupa sinar polikromatis harus diperlakukan secara khusus karena harus dibuat monokromatis terlebih dahulu dengan menggunakan rangkaian prisma atau filter cahaya. Rangkaian transmisi cahaya menggunakan cahaya polikromatis yang berasal dari lampu pijar 60 watt diarahkan lurus menggunakan dua buah *pinhole*. Terdapat beberapa cara untuk memperoleh sinar monokromatis yaitu dengan menggunakan filter cahaya seperti pada Gambar 12 atau dengan menggunakan prisma. Prisma digunakan jika memerlukan sinar yang memiliki panjang gelombang tertentu (yang diinginkan) karena sifat prisma yang menguraikan cahaya polikromatis. Sedangkan penggunaan *pinhole* sendiri berfungsi untuk mengarahkan jalannya cahaya.

Cahaya polikromatis yang bersumber dari lampu pijar dibuat menjadi monokromatis menggunakan filter cahaya merah, kemudian cahaya yang berasal dari filter cahaya merah melalui *pinhole* 1 akan dipancarkan ke

wadah yang berisi larutan uji. Cahaya yang telah menabrak larutan kemudian akan merambat lagi dengan kondisi yang berbeda (dengan kondisi awal) melalui *pinhole* 2 sehingga cahaya tersebut sampai ke detektor. Dari detektor ini hasil pengukuran akan terbaca melalui *display*.

## **B. Kerangka Berpikir**

Setiap kegiatan industri, pasti akan menimbulkan suatu efek. Efek positif yang terjadi adalah memberi manfaat bagi kehidupan manusia baik sebagai pengguna maupun penyedia. Efek negatif yaitu timbulnya resiko yang merugikan masyarakat. Salah satu industri yang sedang berkembang di wilayah kota Yogyakarta adalah industri elektroplating. Efek yang ditimbulkan oleh industri elektroplating menimbulkan masalah bagi lingkungan. Salah satu dampak negatif yang ditimbulkan oleh industri elektroplating adalah pencemaran berupa limbah cair. Jika tidak diolah dengan baik dan hanya diresapkan ke dalam tanah ataupun dibuang ke selokan yang ada di sekitarnya, maka tidak menutup kemungkinan dalam jangka waktu tertentu air tanah yang ada di DIY akan tercemar. Limbah cair industri elektroplating mengandung logam berat terutama kromium dan nikel yang bersifat toksik (racun) pada manusia. Permasalahan pencemaran air ini merupakan beban sosial, yang pada akhirnya masyarakat dan pemerintah harus menanggung biaya pemulihannya.

Dengan demikian, perlu sebuah solusi pengolahan limbah industri elektroplating agar dampak yang lebih buruk dapat dihindarkan. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam pengelolaan limbah industri elektroplating adalah teknologi FAAS (Filtrasi, Absorpsi, Adsorpsi,

Sedimentasi). Sistem ini terdiri dari filtrasi yang berguna untuk pemisahan zat padat dari fluida (cair maupun gas) yang membawanya menggunakan suatu medium berpori, absorpsi berguna untuk proses terjebakanya partikel atau absorbat oleh bahan yang berpori/*absorbent* dan sedimentasi berguna untuk pemisahan padatan dan cairan menggunakan pengendapan secara gravitasi untuk menyisahkan padatan tersuspensi. Oleh karena itu, peneliti menggunakan karbon aktif batok kelapa, pasir pantai Indrayanti, dan kerikil sungai Krasak sebagai bahan *absorbent*. Limbah cair industri elektroplating yang sudah diolah dengan menggunakan teknologi FAAS, diharapkan dapat dibuang ke lingkungan dengan aman dengan indikator kadar Cr, pH, efisiensi transmisi cahaya, dan TDS yang sesuai baku mutu serta konduktivitas sebagai indikasi lain berkurangnya kadar Cr.

### **BAB III**

#### **METODE PENELITIAN**

##### **A. Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Januari 2017 sampai April 2017, bertempat di:

1. Laboratorium Kebun Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta, yakni proses pembuatan karbon aktif berbahan dasar batok kelapa.
2. Laboratorium Bahan Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, yakni proses persiapan bahan dengan cara pengayakan karbon batok kelapa, pasir pantai Indrayanti, dan kerikil sungai Krasak.
3. Laboratorium Koloid, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta, yakni proses aktivasi karbon batok kelapa, pasir pantai Indrayanti, kerikil sungai Krasak dan pengukuran massa karbon aktif batok kelapa, pasir aktif pantai Indrayanti, kerikil aktif sungai Krasak, dan proses pengukuran intensitas transmisi cahaya, TDS, pH.
4. Laboratorium Penelitian AAS, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta, yakni proses pengukuran kadar kromium (Cr).
5. Laboratorium Kimia Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta, yakni proses pengukuran konduktivitas.



## **B. Sampel Penelitian**

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair industri elektroplating sebanyak 60 liter.

## **C. Variabel Penelitian**

Variabel yang terdapat dalam penelitian ini adalah:

- a. Variabel bebas: Volume air limbah industri elektroplating.
- b. Variabel terkontrol: Ukuran karbon aktif 8 mesh, pasir aktif 30 mesh, kerikil aktif 6 mesh, suhu aktivasi fisika 200°C dengan waktu aktivasi fisika 60 menit, aktivasi kimia menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> teknis 90% dengan waktu aktivasi kimia 24 jam, intensitas transmisi cahaya awal.
- c. Variabel terikat: kadar Cr, intensitas transmisi cahaya, TDS, pH, dan konduktivitas.

## **D. Alat dan Bahan Penelitian**

### **1. Alat Penelitian**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari alat proses aktivasi absorben, proses penyaringan air, proses pengukuran kadar Cr, pengukuran intensitas cahaya, proses pengukuran jumlah padatan zat terlarut (TDS), pH, dan konduktivitas. Alat-alat yang digunakan adalah:

#### **a. Alat Pembuatan Karbon Aktif**

- 1) Drum berdiameter 0,5 m dan tinggi 0,5 m sebagai reaktor buatan
- 2) Cangkul untuk menanam dan menguruk drum di dalam tanah
- 3) Korek api yang digunakan sebagai sumber api

#### **b. Alat Preparasi dan Aktivasi Absorben**

1) Ayakan

Ayakan yang digunakan berukuran 2,38 mm untuk karbon, 0,64 mm untuk pasir, dan 3,40 mm untuk kerikil.

2) Loyang dengan ukuran 18 cm × 18 cm × 4 cm.

3) Aluminium foil digunakan untuk menutup bagian atas loyang ketika proses aktivasi dan setelah proses aktivasi agar karbon aktif tidak bereaksi dengan udara bebas.

4) Oven listrik, untuk mengaktivasi ketiga absorben (karbon batok kelapa, pasir pantai Indrayanti, dan kerikil sungai Krasak).

5) Waskom, sebagai tempat aktivasi kimia karbon.

6) Timbangan digital, untuk menimbang massa absorben.

7) Plastik dan kertas label.

#### **c. Alat Penyaringan Limbah**

1) Pipa FAAS dengan diameter 3 inchi dan tinggi 45 cm sebanyak 3 buah yang dirangkai menjadi satu sebagai tempat penyaringan air limbah industri elektroplating.

2) Kain furing sebanyak 4 m<sup>2</sup> dibentuk mengikuti pola pipa.

3) Botol air mineral sebanyak 6 buah dengan volume 600 ml sebagai tempat sampel.

#### **d. Alat Pengukuran Intensitas Transmisi Cahaya**

1) Lampu pijar (60 watt)

2) Filter Cahaya

3) Lux meter digital

- 4) *Pinhole*
- 5) Wadah sampel larutan yang akan diuji

**e. Alat Pengukuran TDS**

- 1) TDSmeter
- 2) Gelas *beaker*

**f. Alat Pengukuran pH**

- 1) pHmeter
- 2) Gelas *beaker*

**g. Alat Pengukuran Kadar Kromium (Cr)**

- 1) Spektroskopi Serapan Atom
- 2) Gelas *beaker*

**h. Alat Pengukuran Konduktivitas**

- 1) Konduktivimeter
- 2) Gelas *beaker*

**2. Bahan Penelitian**

Bahan yang digunakan berupa karbon yang sudah diberi perlakuan aktivasi secara kimia dan fisis, pasir dan kerikil yang sudah diberi perlakuan aktivasi secara fisis, dan limbah cair industri elektroplating. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Karbon batok kelapa 8 mesh sebanyak 965 gram,
- b. Pasir pantai Indrayanti 30 mesh sebanyak 2400 gram,
- c. Kerikil sungai Krasak 6 mesh sebanyak 2000 gram,
- d. Limbah cair industri elektroplating sebanyak 30 liter.

## **E. Prosedur Penelitian**

### **1. Pengolahan Bahan *Absorbent***

Pemilihan jenis karbon, pasir, dan kerikil yang akan digunakan menjadi proses awal penelitian. Karbon yang digunakan sebagai bahan karbon aktif berasal dari batok kelapa yang diolah sendiri. Pasir yang digunakan berasal dari pasir pantai Indrayanti, Tepus, Gunungkidul. Kerikil yang digunakan berasal dari sungai Krasak, Tempel, Sleman. Setelah semua bahan terkumpul, karbon, pasir, dan kerikil dibawa ke Laboratorium Bahan Bangunan Fakultas Teknik UNY untuk disesuaikan ukurannya dengan cara diayak. Selanjutnya ketiga jenis absorben dilakukan aktivasi. Aktivasi karbon dilakukan secara kimia dan fisika, aktivasi kimia dilakukan dengan cara merendam karbon di dalam larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  teknis 90% selama 24 jam di rumah peneliti untuk kemudian diaktivasi secara fisika. Aktivasi fisika ketiga jenis absorben dilakukan di Laboratorium Koloid, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta. Aktivasi dilakukan dengan memanaskan bahan ke dalam *oven* dengan suhu 200 °C selama 60 menit. Pemanasan *absorbent* dengan suhu 200 °C selama 60 menit berdasarkan pada penelitian sebelumnya oleh Mas Aji Kurniawan (2015), jika menggunakan suhu terlalu tinggi akan merusak struktur pori dari bahan penyerap. Akan tetapi, sebelum dimasukkan ke dalam *oven*, bahan harus diolah terlebih dahulu. Untuk karbon dari batok kelapa, karena bentuk karbon yang masih berupa bongkahan besar, maka perlu dilakukan penghalusan. Hal tersebut dilakukan dengan tujuan untuk memperluas

bidang permukaan karbon agar dapat menyerap lebih banyak kotoran dalam air. Proses penghalusan dilakukan dengan cara menggilas karbon hingga menjadi butiran-butiran kecil (*granule*) yang kemudian diayak sesuai ukuran yang dikehendaki yaitu 2,38 milimeter sesuai penelitian yang telah dilakukan oleh Mas Aji Kurniawan (2015) setelah diayak, dilakukan pencucian agar kotoran dapat terpisah dari karbon.

Perlakuan berbeda dilakukan untuk pasir karena partikel pasir yang sudah kecil maka tidak diperlukan penghalusan. Akan tetapi tetap dilakukan pemilahan antara kerikil, pasir dan tanah dengan cara pengayakan sesuai ukuran yang digunakan yaitu sebesar 0,639 milimeter. Karena kondisi pasir yang tercampur dengan tanah sehingga perlu dilakukan pencucian pasir menggunakan air hingga kandungan tanah yang ada di pasir benar-benar hilang. Begitu pula dengan kerikil kali Krasak perlu dilakukan pemilahan antara batu, kerikil, dan pasir dengan cara pengayakan. Ayakan yang digunakan berukuran 3,4 milimeter. Selain pengayakan kerikil tersebut perlu dilakukan pencucian untuk menghilangkan debu yang menempel pada kerikil.

Karbon, pasir dan kerikil yang telah selesai diolah dan siap mengalami proses aktivasi fisika dimasukkan ke dalam loyang, kemudian dimasukkan ke dalam oven yang telah diatur pada suhu 200 °C selama 1 jam. Setelah 1 jam pemanggangan, karbon, pasir, dan kerikil dikeluarkan dari oven hingga suhunya mencapai suhu lingkungan. Hasil karbon, pasir, dan kerikil yang sudah diaktivasi siap untuk digunakan sebagai absorben.

## 2. Proses Penyaringan Limbah Industri Elektroplating

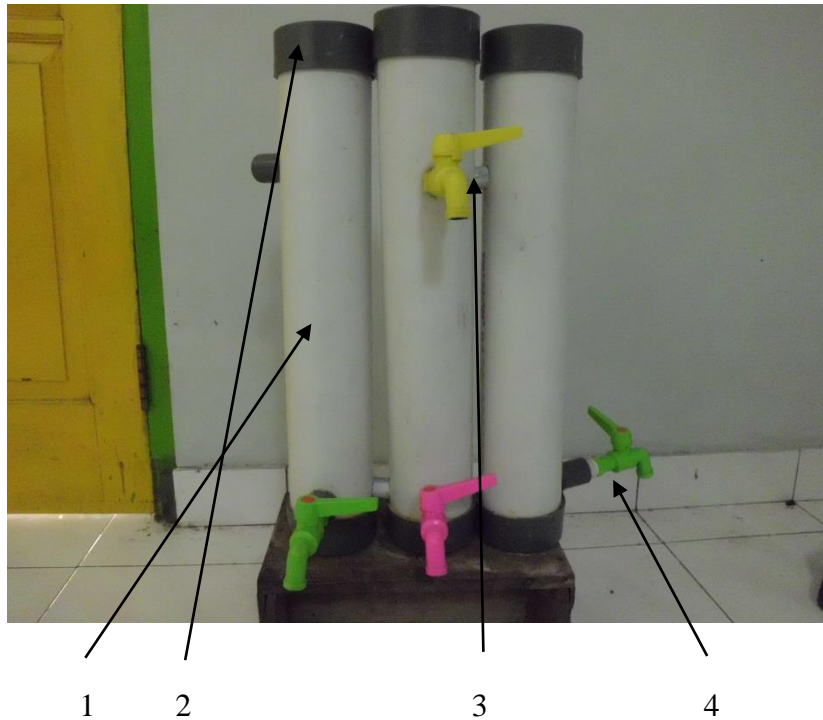
Pembuatan alat penyaring diawali dengan mencari wadah tempat penyaringan. Wadah penyaringan menggunakan 3 pipa yang disambungkan dengan tinggi 45 cm dan diameter 3 inchi.

Proses pertama yang dilakukan adalah menyiapkan pipa 3 inchi, sambungan pipa, kran dan lem pipa. Setelah bahan tersedia dilakukan penyambungan pipa dengan cara memotong pipa sesuai ukuran sebanyak 3 pipa, yang kemudian dilubangi untuk tempat penyambungan antara pipa satu dengan yang lainnya dan tempat kran. Sebelum sambungan pipa dan kran dipasang dilakukan penghalusan pada lubang yang akan digunakan untuk penyambungan dengan cara diampelas. Pipa yang telah diampelas, dirangkai menjadi satu dan diberi kran pada setiap pipa. Membuat kain puring untuk wadah bahan *absorbent*, membentuk kain berupa lingkaran berdiameter 2,8 cm sebanyak 10 buah dan memotong kain dengan panjang 35 cm dan lebar 21 cm masing-masing sebanyak 10 buah, kemudian dijahit. Menutup bagian atas dan bawah setiap pipa menggunakan penutup pipa ukuran 3 inchi.

Air limbah industri electroplating sebanyak 5 liter dialirkan ke dalam pipa filtrasi yang telah diisi dengan karbon aktif, pasir pantai Indrayanti, dan kerikil sungai Krasak sesuai tinggi yang telah ditentukan. Air akan terdorong naik ke pipa berikutnya karena adanya tekanan dari luar kemudian air akan ditampung kembali menjadi air hasil proses FAAS yang kemudian siap diuji kandungannya. Proses penampungan air limbah yang diuji dengan

menunggu air limbah sebanyak 10 liter selesai mengalir keluar, baru kemudian diambil untuk diuji sampai sebanyak 60 liter.

Desain pengolahan limbah teknologi FAAS *diset-up* sebagai berikut:



Gambar 13. Alat Penyaringan Teknologi FAAS

Keterangan gambar :

1. Pipa 3 inch
2. Penutup pipa 3 inch
3. Sambungan pipa ½ inch
4. Kran ½ inch

### 3. Pengukuran Intensitas Transmisi Cahaya

Peneliti menggunakan proses transmisi cahaya sebagai analisator kejernihan air limbah industri elektroplating. Prinsip kerjanya adalah dengan mengukur besarnya intensitas cahaya yang berasal dari lampu yang dapat menembus wadah kaca yang berisi sampel air hasil penyaringan yang kemudian ditangkap oleh detektor luxmeter.

Langkah awal adalah mengukur intensitas cahaya awal terlebih dahulu, yaitu dengan cara memasukkan air PDAM ke dalam wadah kaca yang berada di dalam rangkaian alat transmisi cahaya tersebut lalu dilakukan pengukuran berulang sebanyak tiga kali. Setelah mengetahui intensitas cahaya awal, kemudian diukur intensitas air baku yaitu air limbah industri elektroplating dan air hasil filtrasi sebanyak tiga kali pengulangan.

#### **4. Proses Pengujian Kelayakan Air Limbah**

Air hasil penyaringan dikatakan aman untuk dibuang jika sudah lolos dengan uji secara fisika dan kimia sesuai Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016. Uji fisika untuk mengetahui air tersebut tidak berasa, tidak berbau, dan tidak berwarna. Uji kimia untuk mengetahui adanya kandungan logam berat kromium pada air hasil penyaringan tersebut.

##### **a. Pengukuran Jumlah Zat Padat Terlarut (TDS)**

Peneliti menggunakan *total dissolved solids* (TDS) meter untuk mengukur jumlah zat padat terlarut dalam sampel air limbah industri elektroplating dan air hasil penyaringan. TDS meter merupakan alat untuk mengukur partikel padatan ataupun non padatan yang terlarut di air minum yang tidak tampak oleh mata. Alat ini digunakan untuk mengukur jumlah padatan yang terlarut didalamnya dalam satuan ppm (mg/L) yang ditunjukkan dengan angka digital di *display*-nya. Penggunaan alat ini cukup mudah yaitu dengan cara mencelupkan TDS meter ke dalam semua sampel air yang sudah disaring dengan alat



pipa FAAS kira-kira pada kedalaman 5 cm selama 5 detik dan secara otomatis alat bekerja mengukur hasil berupa angka yang tertampil di *display*-nya dan mencatatnya ke dalam tabel pengamatan. Alat ini dapat digunakan untuk mengukur kemurnian air, dan kadar mineral yang terkandung di dalam air.

#### **b. Pengukuran pH**

Alat untuk mengukur pH disebut pHmeter. Cara penggunaan alat ini sama halnya dengan TDSmeter. Alat tersebut dicelupkan ke dalam semua sampel air yang sudah disaring dengan alat pipa FAAS kira-kira kedalaman 5 cm selama 5 detik dan secara otomatis alat bekerja mengukur pH dengan hasil berupa angka yang kemudian dicatat ke dalam tabel pengukuran.

#### **c. Pengukuran Kadar Cr**

Air limbah industri elektroplating dan air hasil penyaringan diujikan kandungan logam Cr menggunakan SSA di Laboratorium Penelitian AAS, FMIPA UNY. Dari hasil SSA peneliti memperoleh data kandungan logam kromium (Cr) pada air limbah industri elektroplating dan sampel air hasil penyaringan. Hasil tersebut digunakan untuk mengetahui perubahan kandungan logam Cr pada setiap sampel hasil penyaringan dengan variasi volume limbah.

#### **d. Pengukuran Konduktivitas**

Untuk lebih meyakinkan adanya penurunan kadar logam berat Cr pada sampel hasil penyaringan maka dilakukan pengukuran daya

hantar listrik (konduktivitas). Pengukuran konduktivitas menggunakan konduktivimeter di Laboratorium Kimia Fisika, FMIPA UNY.

#### F. Desain Penelitian

Tabel 1. Tabel Pengukuran Intensitas Transmisi Cahaya dengan Variasi Volume Limbah Industri Elektroplating

Volume Air Limbah (L)	Intensitas Cahaya $I_t$ (Lux)			$I_t$ Rerata (Lux)
	I	II	III	
10				
20				
30				
40				
50				
60				

Tabel 2. Tabel Pengukuran TDS, pH, Kadar Cr, dan Konduktivitas dengan Variasi Volume Limbah Industri Elektroplating

Volume Air Limbah (L)	pH	TDS (ppm)	Kadar Cr (ppm)	Konduktivitas (mS)
10				
20				
30				
40				
50				
60				

## G. Teknik Analisis Data

### 1. Analisis Perhitungan Efisiensi

Analisis perhitungan efisiensi transmisi cahaya (EP) dan ralat ( $\Delta EP$ ) *absorbent* terhadap pengolahan limbah cair industri elektroplating menggunakan persamaan sebagai berikut:

#### a.) Efisiensi Transmisi Cahaya (EP)

EP dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$EP = \frac{I_t}{I_{maks}} \dots\dots\dots (2)$$

Dengan, EP adalah efisiensi penyerapan (%),  $I_{maks}$  adalah intensitas cahaya awal (Air PDAM 18 lux), dan  $I_t$  adalah intensitas cahaya setelah penyaringan (lux).

#### b.) Ralat Efisiensi Transmisi Cahaya ( $\Delta EP$ )

$\Delta EP$  dapat dihitung dengan penurunan rumus efisiensi transmisi cahaya (EP) sebagai berikut :

Persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$\Delta EP = \left| \frac{\partial EP}{\partial I_t} \right| |\Delta I_t| + \left| \frac{\partial EP}{\partial I_{maks}} \right| |\Delta I_{maks}| \dots\dots\dots (3)$$

dengan,

$$\frac{\partial EP}{\partial I_t} = \frac{1}{I_{maks}}$$

$$\frac{\partial EP}{\partial I_{maks}} = - \frac{I_t}{I_{maks}^2}$$

sehingga,

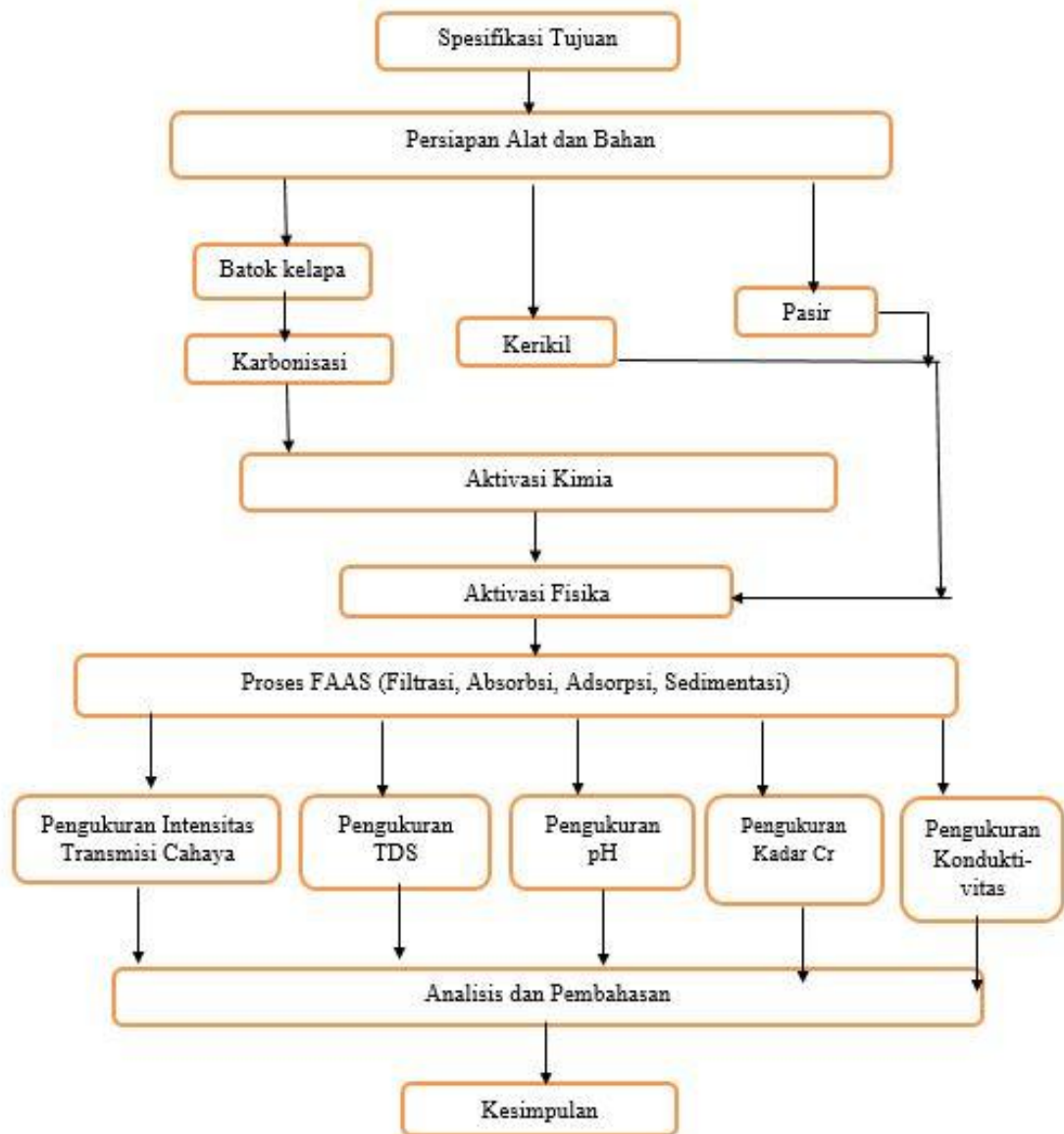
$$\Delta EP = \left| \frac{1}{I_{maks}} \right| |\Delta I_t| + \left| - \frac{I_t}{I_{maks}^2} \right| |\Delta I_{maks}| \dots\dots\dots (4)$$

## **2. Analisis Grafik Keluaran Menggunakan Origin 6.0**

Analisis dilakukan dengan memasukkan data ke dalam *software* Origin 6.0 kemudian dihasilkan grafik. Grafik diperoleh dengan cara memplot data antara variasi volume air limbah industri elektroplating dengan perolehan efisiensi transmisi cahaya, jumlah zat padat terlarut, pH, kadar Cr, dan konduktivitas.

### **H. Diagram Alir Penelitian**

Tahapan-tahapan di atas dapat disajikan dalam bentuk diagram alir seperti tampak pada Gambar 14 sebagai berikut:



Gambar 14. Diagram Alir Penelitian

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Pengukuran Sampel Awal Limbah Industri Elektroplating

Sebelum dilakukan pengukuran terhadap limbah industri elektroplating hasil pengolahan menggunakan teknologi FAAS, terlebih dahulu dilakukan pengukuran terhadap sampel awal limbah sebelum diolah. Hasil pengukuran sampel awal limbah sebelum diolah disajikan dalam Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Tabel Hasil Pengukuran Sampel Awal Limbah Industri Elektroplating

No.	Variabel Pengukuran	Hasil Pengukuran
1	Transmisi cahaya	10 lux
2	TDS	(72±1) ppm
3	pH	(7,5±0,1)
4	Kadar Cr	(2,5586±0,0006) ppm
5	Konduktivitas	(0,252±0,001) mS

Air limbah industri elektroplating yang telah mengalami proses penyaringan dengan karbon aktif batok kelapa, pasir aktif pantai Indrayanti dan kerikil aktif sungai Krasak kemudian diuji berdasarkan syarat dari Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah. Parameter uji ada dua jenis, yaitu fisika dan kimiawi. Parameter fisika adalah kekeruhan atau intensitas transmisi cahaya, total zat padat terlarut (TDS), dan konduktivitas. Parameter kimiawi diantaranya adalah pengujian kadar pH dan kandungan logam kromium (Cr). Massa ketiga bahan *absorbent* berbeda, namun tidak terlalu jauh rentang nilai massanya. Massa *absorbent* tidak harus sama, karena yang menjadi patokan adalah tinggi *absorbent* di dalam pipa FAAS yaitu 30 cm.

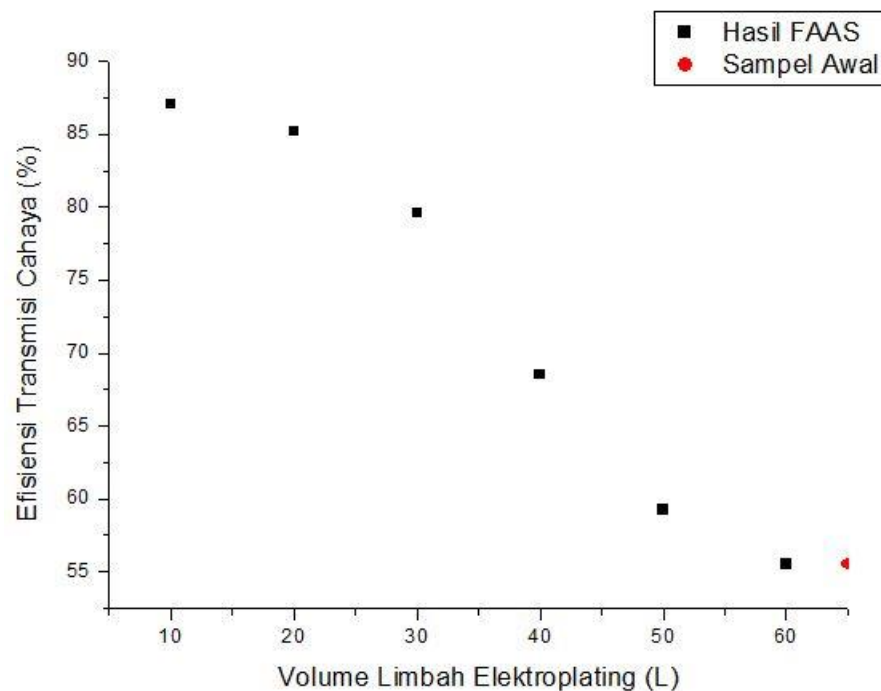
## B. Hasil Efisiensi Transmisi Cahaya pada Proses Penyaringan Limbah Industri Elektroplating

Pengukuran efisiensi transmisi cahaya dilakukan untuk mengetahui tingkat kekeruhan sampel yang diperoleh. Pengukuran tingkat kekeruhan dilakukan dengan membandingkan intensitas cahaya terukur yang melalui sampel hasil penyaringan dengan intensitas cahaya terukur dari air PDAM. Tingkat kekeruhan ditunjukkan dengan besarnya prosentase efisiensi transmisi cahaya. Dari pengukuran didapatkan hasil seperti pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Tabel Efisiensi Transmisi Cahaya dengan Variasi Volume Limbah Industri Elektroplating

No	Volume (Liter)	Intensitas transmisi cahaya setelah penyaringan ( <i>I<sub>t</sub></i> ) (lux)	( <i>EP</i> ) (%)
1	10	15,67±0,57	87,05±0
2	20	15,33±0,57	85,16±3,1
3	30	14,33±0,57	79,61±3,1
4	40	12,33±0,57	68,50±3,1
5	50	10,67±0,57	59,27±3,1
6	60	10±0	55,55±0

Intensitas transmisi cahaya air PDAM (18±0) lux



Gambar 15. Grafik Volume Limbah Industri Elektroplating dengan Efisiensi Transmisi Cahaya (*EP*)

Gambar 15 adalah grafik efisiensi transmisi cahaya dengan variasi volume air limbah industri elektroplating yang mengalir melewati pipa FAAS yang didalamnya terdapat tiga jenis *absorbent* yaitu karbon aktif batok kelapa, pasir aktif pantai Indrayanti, dan kerikil aktif sungai Krasak. Dari kurva tersebut dapat dilihat efisiensi transmisi cahaya 10 liter limbah sebesar 87,05 dan menurun menjadi 85,16% setelah dilakukan penyaringan saat volume limbah yang mengalir dalam pipa FAAS sebesar 20 liter. Penurunan efisiensi transmisi cahaya ini seiring dengan kenaikan volume limbah yang mengalir pipa FAAS, saat volume limbah sebesar 30 liter efisiensi transmisi cahaya sebesar 79,61%, saat volume limbah sebesar 40 liter efisiensi transmisi cahaya sebesar 68,5%, saat volume limbah sebesar 50 liter efisiensi transmisi cahaya sebesar 59,21% dan saat volume limbah



yang mengalir sebesar 60 liter efisiensi transmisi cahaya semakin turun menjadi 55,55%.

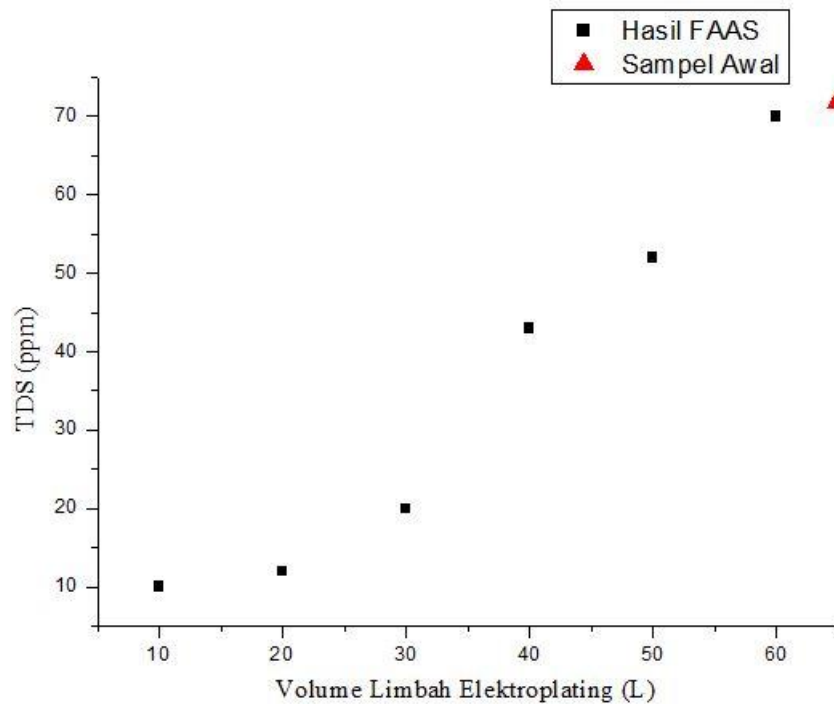
Dapat dilihat pada Gambar 15 besarnya efisiensi transmisi cahaya saat dialiri 10 liter limbah sebesar 87,05% kemudian menurun menjadi 85,16% atau turun sebesar 1,89% dari transmisi mula-mula saat dialiri limbah 20 liter, dan selanjutnya mengalami penurunan sebesar 7,44% dan 18,55% pada saat volume limbah sebanyak 30 liter dan 40 liter. Hal ini menunjukkan bahwa dengan dilakukan penyaringan menggunakan pipa FAAS dimana dalam pipa FAAS terdapat karbon aktif batok kelapa, pasir aktif pantai Indrayanti, dan kerikil aktif sungai Krasak yang memiliki pori dan rongga dapat menyerap partikel pengotor pada air limbah industri elektroplating, sedangkan saat volume limbah yang mengalir pipa FAAS sebesar 50 liter efisiensi transmisi cahaya mulai mengalami penurunan menjadi 59,27% dan pada saat volume air sebesar 60 liter menjadi 55,55%. Penurunan ini dimungkinkan pori dan rongga yang terdapat pada bahan *absorbent* berupa karbon aktif batok kelapa, pasir aktif pantai Indrayanti, dan kerikil aktif sungai Krasak telah mengalami kejenuhan dalam menyerap partikel pengotor pada air limbah industri elektroplating. Hal ini terlihat pada Gambar 15 ketika volume limbah ditambahkan sampai 60 liter nilai efisiensi transmisi cahaya terukur sama dengan nilai sampel awal sebelum diolah sebesar 55,55%. Dapat disimpulkan bahwa kemampuan *absorbent* mengalami kejenuhan mencapai 60 liter limbah industri elektroplating.

### **C. Hasil TDS pada Proses Penyaringan Limbah Industri Elektroplating**

Hasil penyaringan yang didapatkan menggunakan teknologi FAAS kemudian dilakukan pengukuran untuk mengetahui jumlah kandungan zat padat terlarut (TDS) menggunakan TDSmeter. Hasil pengukuran disajikan dalam Tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5. Tabel TDS dengan Variasi Volume Limbah Industri Elektroplating

No	Volume (liter)	TDS (ppm)
1	10	(10±1)
2	20	(12±1)
3	30	(20±1)
4	40	(43±1)
5	50	(52±1)
6	60	(70±1)



Gambar 16. Grafik Volume Limbah Industri Elektroplating dengan TDS

Gambar 16 menunjukkan bahwa setelah dilakukan penyaringan menggunakan pipa FAAS yang berisikan karbon aktif batok kelapa, pasir aktif pantai Indrayanti, dan kerikil aktif sungai Krasak kurva mengalami kenaikan seiring dengan kenaikan volume limbah yang disaring. Hal ini ditunjukkan dengan dimana ketika dilakukan penyaringan 10 liter air limbah dengan teknologi FAAS jumlah zat padat terlarut pada air limbah

industri elektroplating sebesar 10 ppm, nilai TDS menjadi 12 ppm atau naik sebesar 2 ppm setelah dilakukan penyaringan air limbah industri elektroplating sebanyak 20 liter. Hasil kenaikan ini menunjukkan bahwa teknologi FAAS mengalami penurunan kemampuan untuk menyerap dan menjerap jumlah zat padat terlarut. Saat volume limbah yang mengalir sebanyak 30 liter, nilai TDS menjadi 20 ppm atau turun naik 8 ppm dari TDS awal. Hasil yang berbeda dari perlakuan 10 liter menuju 20 liter ini dapat disebabkan oleh kemampuan *absorbent* untuk menyerap dan menjerap zat padat terlarut sudah semakin berkurang. Penurunan kemampuan *absorbent* ini karena pori atau rongga pada *absorbent* sudah terisi oleh zat padat perlakuan pengaliran 20 liter limbah sebelumnya. Saat volume limbah yang mengalir pipa FAAS sebanyak 40 liter nilai TDS naik menjadi 43 ppm, lalu naik menjadi 52 ppm saat volume limbah yang mengalir sebanyak 50 liter. Pada perlakuan terakhir saat pipa FAAS dialiri limbah industri elektroplating sebanyak 60 liter nilai TDS sebesar 70 ppm, mengalami penurunan 2 ppm dari nilai TDS limbah sebelum diolah menggunakan teknologi FAAS. Kenaikan nilai TDS dalam setiap perlakuan volume dari 10 liter sampai 60 liter ini disebabkan oleh semakin penuhnya rongga atau pori dan permukaan absorbent oleh zat padat terlarut yang ada pada limbah cair industri elektroplating.

Hasil akhir TDS air limbah industri elektroplating setelah diberi perlakuan menggunakan teknologi FAAS menunjukkan nilai TDS yang lebih baik dibandingkan dengan sebelum dilakukan perlakuan.

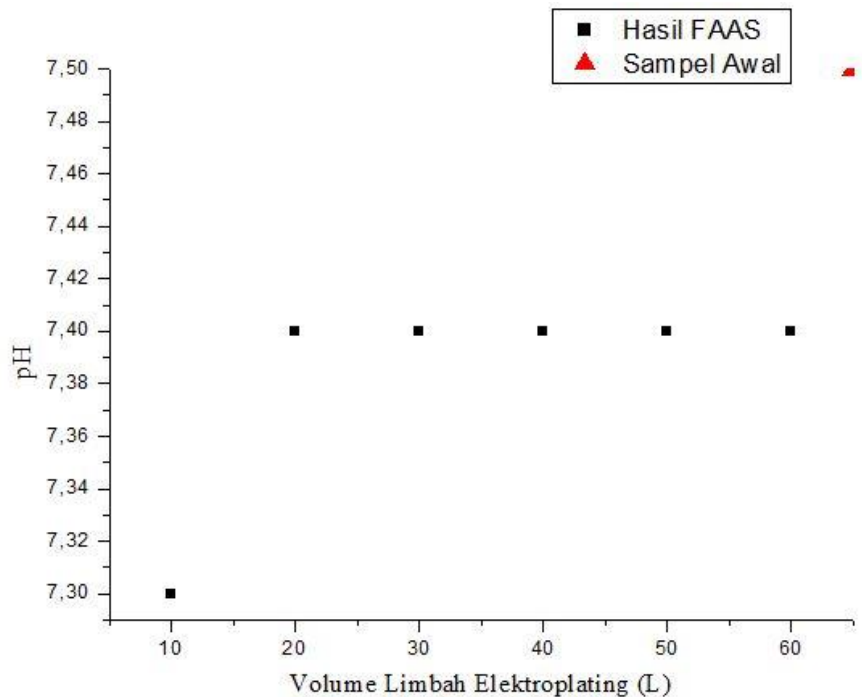
Penyaringan akhir pada volume limbah sebesar 60 liter memiliki TDS yang dinyatakan lolos sebagai syarat limbah buangan industri bila dilihat dari segi TDS nya. Sesuai Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 tahun 2016, limbah buangan industri mempunyai kadar TDS maksimal yang diperbolehkan sebesar 2000 ppm, sedangkan TDS terukur sebesar 70 ppm.

#### **D. Hasil pH Pada Proses Penyaringan Limbah Industri Elektroplating**

Hasil penyaringan yang didapatkan kemudian dilakukan pengukuran derajat keasaman (pH) sampel menggunakan pHmeter. Hasil pengukuran derajat keasaman sampel disajikan dalam Tabel 6 sebagai berikut:

Tabel 6. Tabel pH dengan Variasi Volume Limbah Industri Elektroplating

No	Volume (liter)	pH
1.	10	(7,5±0,1)
2.	20	(7,4±0,1)
3.	30	(7,4±0,1)
4.	40	(7,4±0,1)
5.	50	(7,4±0,1)
6.	60	(7,4±0,1)



Gambar 17. Grafik Volume Limbah Industri Elektroplating dengan pH

Gambar 17 menunjukkan bahwa antara limbah industri elektroplating sebelum disaring dan setelah disaring tidak mengalami perubahan pH secara signifikan. Limbah awal industri elektroplating memiliki pH 7,5 kemudian saat dialiri 10 liter sampai 60 liter limbah pada penyaringan teknologi FAAS besar pH turun dan stabil 7,4. Hasil ini menunjukkan penambahan volume limbah industri elektroplating yang cukup besar tidak terlalu mempengaruhi derajat keasaman limbah. Hal ini mungkin disebabkan karena pengukuran pH sampel limbah langsung di tempat setelah penyaringan, sehingga belum terkontaminasi dengan udara sekitar. Faktor yang mempengaruhi perubahan pH adalah konsentrasi gas  $\text{CO}_2$  di dalam air. Konsentrasi gas  $\text{CO}_2$  yang rendah akan menyebabkan kenaikan pH, jika konsentrasi gas  $\text{CO}_2$  stabil maka pH tidak berubah

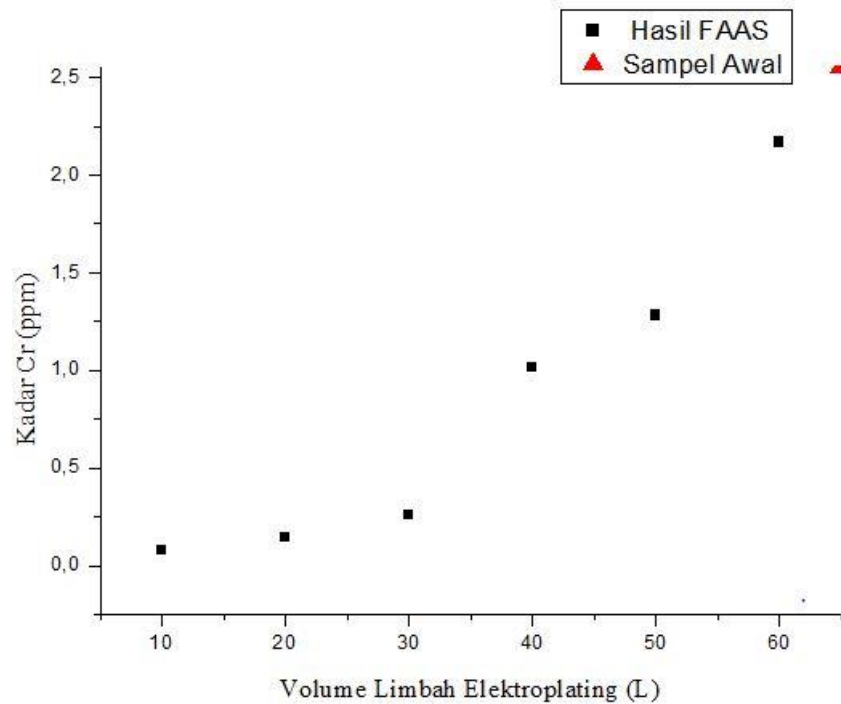
(Effendi, 2003). Dalam hal ini semua sampel limbah hasil penyaringan lolos baku mutu air limbah buangan industri sesuai syarat Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016 dengan rentang pH yang diperbolehkan adalah 6,0-9,0.

#### **E. Hasil Kadar Cr pada Proses Penyaringan Limbah Industri Elektroplating**

Hasil penyaringan yang didapatkan kemudian dilakukan pengukuran kadar Cr menggunakan SSA. Data kadar Cr yang diperoleh melalui pengukuran SSA dianalisis untuk mengetahui hubungan penyerapan logam Cr dengan penambahan volume air limbah. Kadar awal logam Cr limbah industri elektroplating sebesar 2,5586 ppm. Data hasil pengukuran disajikan dalam Tabel 7 berikut:

Tabel 7. Tabel Kadar Cr dengan Variasi Volume Limbah Industri Elektroplating

No	Volume (liter)	Kadar Cr (ppm)
1	10	(0,0796±0,0003)
2	20	(0,1469±0,0003)
3	30	(0,2590±0,0002)
4	40	(1,0388±0,0000)
5	50	(1,2830±0,0001)
6	60	(2,1700±0,0001)



Gambar 18. Grafik Volume Limbah Industri Elektroplating dengan Kadar Cr

Gambar 18 menunjukkan bahwa terjadi perubahan kenaikan setelah dilakukan penyaringan kadar logam Cr pada air limbah industri elektroplating. Kadar logam Cr saat dilakukan pengolahan sebanyak 10 liter sebesar 0,0796 ppm, lalu mengalami kenaikan menjadi 0,1469 ppm atau naik sebesar 84,5% saat limbah sebanyak 20 liter mengalirinya pipa teknologi FAAS. Kenaikan kadar Cr yang signifikan ini disebabkan oleh berkurangnya kemampuan ikatan kimia permukaan karbon aktif dengan ion Cr. Aktivasi kimia pada karbon menyebabkan ion-ion aktif terserap ke permukaan karbon sehingga mampu mengikat ion-ion Cr (Niken Suwasti, 2009). Kadar logam Cr kemudian mengalami kenaikan lagi seiring dengan semakin banyak limbah industri elektroplating yang

mengaliri pipa FAAS. Pada saat limbah sebanyak 30 liter mengalir pipa FAAS kadar logam Cr sebesar 0,2590 ppm atau naik sebesar 76,3% dari kadar Cr ketika penyaringan limbah sebanyak 20 liter. Kenaikan kadar Cr dapat disebabkan oleh pori atau rongga *absorbent* yang sebelumnya kosong terisi oleh partikel Cr pada perlakuan penyaringan 20 liter sebelumnya dan ikatan ion yang mulai melemah karena semakin banyak ion Cr yang terikat. Pada saat volume limbah yang mengalir pipa teknologi FAAS sebanyak 40 liter kadar Cr sebesar 1,0164 ppm, naik sebesar 0,7574 ppm dari kadar Cr sebelumnya. Kadar Cr menjadi 1,2830 ppm pada saat volume limbah yang mengalir sebanyak 50 liter, naik sebesar 0,2766 ppm atau 27,2% dari kadar Cr pada saat volume limbah sebanyak 40 liter. Perlakuan terakhir dengan mengalirkan 60 liter air limbah kadar Cr yang terukur sebesar 2,1700 ppm, naik sebesar 0,887 ppm atau 69% dari kadar Cr saat volume limbah sebanyak 50 liter. Kenaikan kadar Cr ini disebabkan oleh pori *absorbent* yang semakin penuh dan ikatan ion yang semakin lemah.

Berdasarkan Tabel 7 dapat diketahui bahwa terjadi penurunan kadar Cr sebesar 0,3886 ppm atau sebesar 15,18%. Kadar logam Cr awal limbah industri elektroplating sebesar 2,5586 ppm menjadi 2,1700 ppm saat dialiri 60 liter limbah industri elektroplating pada pipa teknologi FAAS. Dalam hal ini kadar Cr sampel hasil pengolahan teknologi FAAS telah lolos sampai pengolahan 30 liter limbah, baku mutu air limbah sesuai dengan Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun



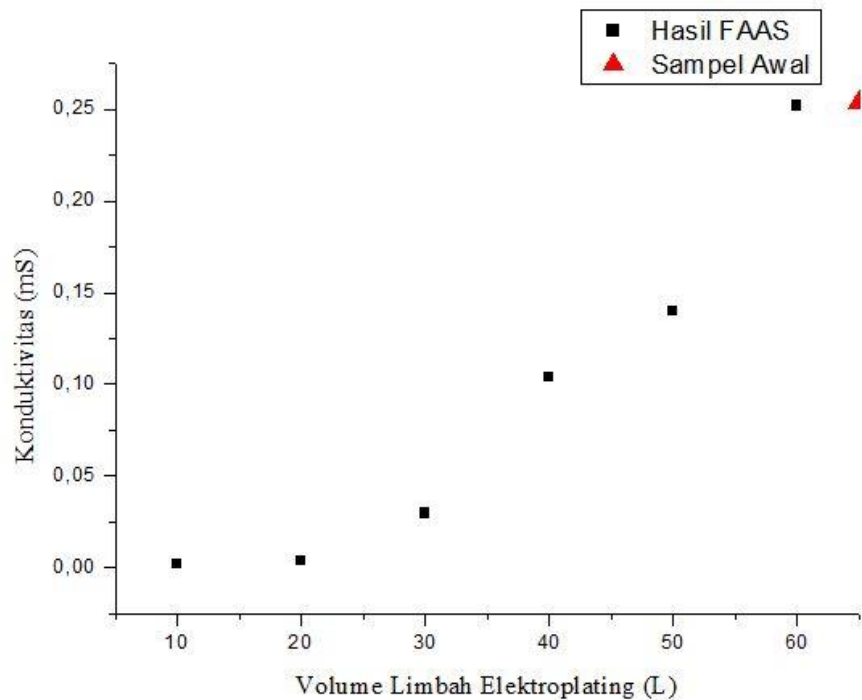
2016 sebesar 0,5 ppm sedangkan hasil pengukuran kadar Cr sampai pengolahan sebanyak 30 liter sebesar 0,2590 ppm.

#### **F. Hasil Konduktivitas pada Proses Penyaringan Limbah Industri Elektroplating**

Limbah industri elektroplating dan hasil penyaringan limbah industri elektroplating menggunakan teknologi FAAS dilakukan pengukuran konduktivitasnya. Pengukuran konduktivitas menggunakan konduktivimeter. Pengukuran ini dilakukan untuk lebih meyakinkan adanya penurunan logam Cr dengan hasil pengukuran dalam Tabel 8 sebagai berikut :

Tabel 8. Tabel Konduktivitas dengan Variasi Volume Limbah Industri Elektroplating

No	Volume (liter)	Konduktivitas (mS)
1	10	(0,002±0,001)
2	20	(0,004±0,001)
3	30	(0,030±0,001)
4	40	(0,104±0,001)
5	50	(0,140±0,001)
6	60	(0,252±0,001)



Gambar 19. Grafik Volume Limbah Industri Elektroplating dengan Konduktivitas

Gambar 19 menunjukkan bahwa hasil konduktivitas limbah industri elektroplating dengan variasi volume air limbah mengalami kenaikan seiring semakin banyaknya volume limbah yang diolah. Nilai konduktivitas sebesar 0,002 mS saat dilakukan perlakuan penyaringan menggunakan pipa FAAS sebanyak 10 liter kemudian mengalami kenaikan menjadi sebesar 0,004 mS atau 100% ketika volume limbah sebesar 20 liter. Kemudian nilai konduktivitas meningkat seiring dengan bertambahnya volume limbah yaitu menjadi 0,030 mS ketika dialiri 30 liter limbah. Kenaikan nilai konduktivitas ini dapat disebabkan oleh ikatan ion karbon aktif batok kelapa yang melemah akibat ion Cr yang semakin banyak terikat. Pada saat volume limbah yang mengalir pipa teknologi

FAAS sebanyak 40 liter nilai konduktivitas sebesar 0,104 mS, naik sebesar 0,074 mS dari nilai konduktivitas sebelumnya. Nilai konduktivitas menjadi 0,140 mS pada saat volume limbah yang mengalir sebanyak 50 liter, naik sebesar 0,036 mS atau 34,6% dari nilai pada saat volume limbah sebanyak 40 liter. Kenaikan kadar Cr ini disebabkan oleh pori *absorbent* yang semakin penuh dan ikatan ion yang semakin lemah. Perlakuan terakhir dengan penambahan volume limbah sebanyak 60 liter, nilai konduktivitas yang terukur sebesar 0,252 mS.

. Hasil pengukuran ini menunjukkan bahwa teknologi FAAS mampu menurunkan konduktivitas limbah industri elektroplating dari 0,254 mS menjadi 0,252 mS. Hasil pengukuran ini juga membuktikan bahwa kadar logam Cr pada limbah industri elektroplating berkurang setelah diolah menggunakan pipa teknologi FAAS. Berdasarkan hasil data penyaringan dengan penambahan volume limbah, nilai konduktivitas mengalami kenaikan. Hal ini dimungkinkan kemampuan *absorbent* menjerap ion-ion sudah mengalami kejenuhan, sehingga nilai konduktivitas pengolahan limbah sebanyak 60 liter mendekati nilai konduktivitas sampel awal sebelum diolah.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin besar volume limbah elektroplating yang diproses menggunakan teknologi FAAS maka efisiensi transmisi cahaya yang dihasilkan menurun hingga sama dengan efisiensi sampel awal sebesar 55,55%. TDS mengalami penurunan hingga selisih 2 ppm, pH mengalami penurunan hingga  $(7,4 \pm 0,1)$ .
2. Semakin besar volume limbah elektroplating yang diproses menggunakan teknologi FAAS maka kadar Cr mengalami penurunan dari  $(2,5586 \pm 0,0006)$  ppm menjadi  $(0,0796 \pm 0,0001)$  ppm meskipun setelahnya kembali naik hingga  $(2,1700 \pm 0,0001)$  ppm.
3. Semakin besar volume limbah elektroplating yang diproses menggunakan teknologi FAAS maka konduktivitas mengalami penurunan hingga selisih 0,002 mS.

#### **B. Saran**

1. Pada penelitian ini uji logam berat hanya dilakukan pengujian kadar Cr yang terkandung dalam limbah elektroplating. Penelitian terhadap logam berat lain yang terkandung dalam limbah elektroplating seperti Cu dan Ni sangat diharapkan.

2. Alat transmisi cahaya yang dipakai dalam penelitian ini dapat disempurnakan sehingga hasil intensitas cahaya yang dihasilkan bisa lebih baik.
3. Alat penyaring yang digunakan dalam penelitian masih belum sempurna sehingga untuk penelitian berikutnya bisa disempurnakan.
4. Diperlukan perencanaan yang tepat sebagai wujud implementasi hasil penelitian ini dalam membantu mengatasi permasalahan limbah industri elektroplating rumahan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, R. (2004). *Kimia Lingkungan*. Jakarta: Andi.
- Ahsan S. (2005). *Effect of temperature on Wastewater Treatment with Natural and Waste Materials* [Original Paper]. *Clean Technology Enviroment Policy*. 7:198-202.5.
- Anton J. Hartomo dan Tomojiro Kaneko. (1992). *Mengenal Pelapisan Logam (Elektroplating)*. Yogyakarta: ANDI.
- Atkins, P. W. (1994). *Kimia Fisika*, edisi keempat, Jilid 2. Jakarta: Erlangga.
- Austin, T George. (1996). *Industri Proses Kimia*. Jakarta: Erlangga.
- Basset, J. (1994). *Buku Ajar Vogel Kimia Analisa Kuantitatif Anorganik*. Jakarta: EGC.
- Cheremisinoff, P.N & Ellerbusch, F. (1987). *Carbon Adsorption Handbook*. Michigan: Ann Arbor Science Publisher Inc.
- Chester K. Wentworth. (1922). *A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments*, Vol. 30, No. 5 (Jul. - Aug., 1922), pp. 377-392. Chicago: The University of Chicago Press.
- Darmono. (2001). *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*. Jakarta: UI Press.
- Douglas, Giancoli. (1999). *Fisika Edisi Kelima*. Jakarta: Erlangga
- Droste, R.L. (1997). *Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment*. Hoboken: John Wiley and Sons, Inc.
- Endroyo, B. (2007). *Kualitas Kerikil Muntilan Ditinjau dari Tempat Pengambilan dan Musim*. *Jurnal UNNES. Wahana Teknik Sipil* Vol. 12 No. 1.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta: Kanisius.
- Ega Tri R. (2014). *Sistem Penjernihan Air Selokan Mataram dengan Memanfaatkan Arang Batok Kelapa Aktif dan Pasir Pantai Indrayanti Aktif*. *Jurnal MIPA (Nomor 5 tahun 2014 Vol III)*.
- Fardiaz, S. (1992). *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius.
- Jankowska, H., Swiatkowski A., & Choma, J. (1991). *Active Carbon*. London: Ellis Horwood Limited.

- Keenan, Charles W. (1984). *Kimia untuk Universitas*. Jakarta: Erlangga
- Kirk, R. E. Ozhmer, DF. (1983). *Encyclopedia of Chemical Technology*. Sydney: The Interscience.
- Mas Aji Kurniawan. (2015). *Pengaruh Bentuk Karbon Aktif Tempurung Kelapa (Powder, Granule, Gravel) Terhadap Efisiensi Absorpsi dan Debit Air Selokan Mataram*. Skripsi. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- Miller, J.N and Miller, J.C., 2000, *Statistics and Chemometrics for Analytical Chemistry, 4th ed*. Harlow: Prentice Hall.
- Nurhidayati. (2009). *Pemanfaatan Karbon Aktif Pasar Kayu Sengon sebagai Absorbent Logam Berat Cu pada Limbah Simulasi Cu*. Skripsi. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- Pambayun, G. S., Y. E. Y. Remigius, M. Rachimoellah, dan M. M. P. Endah. (2013). *Pembuatan Karbon Aktif Dari Arang Tempurung Kelapa Dengan Aktivator  $ZnCl_2$  Dan  $Na_2CO_3$  Sebagai Adsorben Untuk Mengurangi Kadar Fenol Dalam Air Limbah*. Jurnal Teknik Pomits. Vol. 2, No. 1.
- Priyanto, H. (2002). *Pengolahan Limbah Kromium pada Industri Elektroplating dengan Menggunakan Sebuk Gergaji Kayu Sengon Putih*. Skripsi. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- Razif. (2001). *Pengolahan Air Minum*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Reynold, Tom D. & Paul A. Richards. (1996). *Unit Operation And Processes in Environmental Engineering, 2 ed*. Boston: PWS.
- Romadhon, R. (2016). *Efektivitas Jenis Koagulan Dan Dosis Koagulan Terhadap Kadar Krom Limbah Penyamakan Kulit*. Skripsi. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- Saleh, E. (2000). *Evaluasi Penggunaan Karbon Aktif Granular sebagai Salah Satu Alternatif Pengolahan Akhir Lindi*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Sembiring, dkk. (2003). *Arang Aktif (Pengenal dan Proses Pembuatan)*. [www.Library.ac.id](http://www.Library.ac.id). Diakses pada tanggal 28 Juli 2017.
- Sherwood, dkk. (1991). *Sifat Gas dan Zat Cair*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama
- Sugiharto. (2008). *Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah*. Jakarta: UI Press.

- Sukardjo. (2002). *Fisika Kimia*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Suparno. (2012). *The Use of Indrayanti Beach Sand and Coconut Shell Carbon as Absorbents in Selokan Mataram Canal Water Filtration System*, 1212706-4848-IJBAS-IJENS.
- Suwasti, N. (2009). *Pemanfaatan Karbon Sonokeling Terhadap Limbah Elektroplating Sebagai Absorben Cr dan Ni*. Skripsi. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- Tjokrokusumo. (1995). *Pengantar Konsep Teknologi Bersih*. Yogyakarta: STTL “YLH”.
- Unangalim Ardhiyadi. (2012). *Pengaruh Absorpsi Karbon Aktif Kayu Asem dan Pasir Kali Putih terhadap Efisiensi Transmisi Cahaya pada Proses Penjernihan Air Selokan Mataram*. Skripsi. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- Widowati, T. (2003). *Pembuatan Arang Aktif dari Serbuk Gergaji Kayu Mahoni (Swietenia macrophylla king) dan Uji Kualitasnya*. Skripsi. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- Wu J. (2004). *Modeling Adsorption of Organic Compounds on Activated Carbon*. Multivariate Approach. Umea: Umea University.



## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Data Hasil Pengukuran Kadar Cr Menggunakan SSA

Cr

4

Thursday, 4 January 2018

: STD Average

True Value	Conc.	Abs.	BG	%RSD	C#
1.2000	1.1709	0.0478	-0.0090	3.11	01

Sampel awal : UNK

Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Date	Time
2.6209	0.1060	0.0008	2.6209	4/01/2018	9:17:50 AM(+0700)

User Name	Device Name
System Administrator	AA

Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Date	Time
2.4166	0.0978	0.0004	2.4166	4/01/2018	9:17:59 AM(+0700)

User Name	Device Name
System Administrator	AA

Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Date	Time
2.6408	0.1068	0.0006	2.6408	4/01/2018	9:18:05 AM(+0700)

User Name	Device Name
System Administrator	AA

Sampel awal : UNK Average

Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Actual Conc. Unit	%RSD	C#
2.5586	0.1035	0.0006	2.5586	NONE	4.81	01

sampel 10 L : UNK

Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Date	Time
0.0846	0.0042	0.0005	0.0846	4/01/2018	9:18:24 AM(+0700)

User Name	Device Name
System Administrator	AA

Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Date	Time
0.0771	0.0039	0.0004	0.0771	4/01/2018	9:18:33 AM(+0700)

User Name	Device Name
System Administrator	AA

Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Date	Time
0.0771	0.0039	-0.0001	0.0771	4/01/2018	9:18:39 AM(+0700)

User Name	Device Name
System Administrator	AA

sampel 10 L : UNK Average

Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Actual Conc. Unit	%RSD	C#
0.0796	0.0040	0.0003	0.0796	NONE	4.33	01

Sampel 20 L : UNK

Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Date	Time
0.1469	0.0067	-0.0001	0.1469	4/01/2018	9:18:53 AM(+0700)

User Name	Device Name
System Administrator	AA

Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Date	Time
0.1569	0.0071	-0.0001	0.1569	4/01/2018	9:19:02 AM(+0700)

User Name	Device Name
System Administrator	AA

Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Date	Time
0.1369	0.0063	-0.0007	0.1369	4/01/2018	9:19:08 AM(+0700)

User Name	Device Name
System Administrator	AA

**Sampel 20 L : UNK Average**

Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Actual Conc. Unit	%RSD	C#
0.1469	0.0067	-0.0003	0.1469	NONE	5.97	01

**Sampel 30 L : UNK**

Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Date	Time
0.2640	0.0114	-0.0001	0.2640	4/01/2018	9:19:22 AM(+0700)

User Name	Device Name
System Administrator	AA

Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Date	Time
0.2665	0.0115	-0.0002	0.2665	4/01/2018	9:19:31 AM(+0700)

User Name	Device Name
System Administrator	AA

Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Date	Time
0.2466	0.0107	-0.0007	0.2466	4/01/2018	9:19:37 AM(+0700)

User Name	Device Name
System Administrator	AA

**Sampel 30 L : UNK Average**

Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Actual Conc. Unit	%RSD	C#
0.2590	0.0112	-0.0002	0.2590	NONE	3.89	01

**Sampel 40 L : UNK**

Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Date	Time
1.0363	0.0424	-0.0001	1.0363	4/01/2018	9:19:54 AM(+0700)

User Name	Device Name
System Administrator	AA

Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Date	Time
1.0613	0.0434	0.0004	1.0613	4/01/2018	9:20:03 AM(+0700)

User Name	Device Name
System Administrator	AA

Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Date	Time
1.0164	0.0416	0.0001	1.0164	4/01/2018	9:20:09 AM(+0700)

User Name	Device Name
System Administrator	AA

**Sampel 40 L : UNK Average**

Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Actual Conc. Unit	%RSD	C#
1.0388	0.0425	0.0001	1.0388	NONE	2.12	01

**Sampel 50 L : UNK**

Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Date	Time
1.2556	0.0512	0.0000	1.2556	4/01/2018	9:20:27 AM(+0700)

User Name	Device Name
System Administrator	AA

Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Date	Time
1.3029	0.0531	-0.0001	1.3029	4/01/2018	9:20:36 AM(+0700)

User Name	Device Name
System Administrator	AA

Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Date	Time
1.2930	0.0527	-0.0002	1.2930	4/01/2018	9:20:42 AM(+0700)

User Name	Device Name
System Administrator	AA

**Sample 50 L : UNK Average**

Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Actual Conc. Unit	%RSD	C#
1.2830	0.0523	-0.0001	1.2830	NONE	1.91	01

**Sample 60 L : UNK**

Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Date	Time
2.2522	0.0912	0.0004	2.2522	4/01/2018	9:20:57 AM(+0700)

User Name	Device Name
System Administrator	AA

Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Date	Time
2.1899	0.0887	0.0002	2.1899	4/01/2018	9:21:07 AM(+0700)

User Name	Device Name
System Administrator	AA

Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Date	Time
2.0653	0.0837	-0.0003	2.0653	4/01/2018	9:21:13 AM(+0700)

User Name	Device Name
System Administrator	AA

**Sample 60 L : UNK Average**

Conc.	Abs.	BG	ActualConc.	Actual Conc. Unit	%RSD	C#
2.1700	0.0879	0.0001	2.1700	NONE	4.35	01

## Lampiran 2. Peraturan Daerah DIY Nomor 7 Tahun 2016



LAMPIRAN I  
PERATURAN DAERAH  
DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA  
NOMOR 7 TAHUN 2016  
TENTANG  
BAKU MUTU AIR LIMBAH

### BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK KEGIATAN INDUSTRI

#### 1. Baku Mutu Air Limbah Untuk Kegiatan Industri Tekstil

##### a. Tekstil Terpadu dan Pencucian Kapas, Pemintalan dan Penenunan

Parameter	Kadar Paling Banyak (mg/L)	Beban Pencemaran Paling Banyak (kg/ton)	
		Tekstil Terpadu	Pencucian Kapas, Pemintalan, dan Penenunan
BOD <sub>5</sub>	60	6	0,42
COD	150	15	1,05
TSS	50	5	0,35
TDS	2.000	200	14
Fenol Total	0,5	0,05	0,0035
Krom Total (Cr)	1,0	0,1	0,007
Amonia Total (NH <sub>3</sub> sebagai N)	8,0	0,8	0,056
Sulfida (sebagai S)	0,3	0,03	0,0021
Minyak dan Lemak Total	3	0,3	0,021
Suhu	± 3°C terhadap suhu udara		
pH	6,0 - 9,0		
Debit Limbah Paling Banyak (m <sup>3</sup> / ton produk)	-	100	7

c. Pelapisan Krom (Cr)

Parameter	Kadar Paling Banyak (mg/L)	Beban Pencemaran Paling Banyak (gram/m <sup>2</sup> )
TSS	20	0,4
TDS	2000	40
Kadmium (Cd)	0,05	0,001
Sianida (CN)	0,2	0,004
Logam spesifik yang dimungkinkan	8	0,16
Krom Total (Cr)	0,5	0,01
Krom Heksavalen (Cr VI)	0,1	0,002
Suhu	± 3 <sup>0</sup> C terhadap suhu udara	
pH	6,0 - 9,0	
Debit Limbah Paling Banyak (L/m <sup>2</sup> produk pelapisan logam)	20	

Lampiran 3. Rumus dan Perhitungan Ralat Efisiensi Transmisi Cahaya

Efisiensi Transmisi Cahaya							
Volume (L)	I <sub>t</sub> (Lux)			Rerata (lux)	ΔRerata (lux)	EP(%)	ΔEP(%)
10	16	15	16	15,67	0,57	87,05	3,1
20	16	15	15	15,33	0,57	85,16	3,1
30	14	15	14	14,33	0,57	79,61	3,1
40	13	12	12	12,33	0,57	68,50	3,1
50	11	10	11	10,67	0,57	59,27	3,1
60	10	10	10	10	0	55,55	0

**Contoh Analisis Efisiensi Transmisi Cahaya**

Diketahui : I<sub>t</sub> = 15,67 lux

$$\Delta I_t = 0,57 \text{ lux}$$

$$I_{maks} = 18 \text{ lux}$$

$$\Delta I_{maks} = 0 \text{ lux}$$

Ditanya : (E<sub>t</sub> ± ΔE<sub>t</sub>)% = ....?

Penyelesaian :  $EP = \frac{I_t}{I_{maks}}$

$$EP = \frac{15,67}{18}$$

$$EP = 0,870 \text{ atau } EP(\%) = 0,87 \times 100\% = 87\%$$

$$\Delta EP = \frac{I_t}{I_{maks}^2} |\Delta I_{maks}| + \frac{1}{I_{maks}} |\Delta I_t|$$

$$\Delta EP = \frac{15,67}{18^2} |0| + \frac{1}{18} |0,57|$$

$$\Delta EP = 3,1\%$$

Maka efisiensi transmisi cahayanya adalah (E<sub>t</sub> ± ΔE<sub>t</sub>)% = (87,0 ± 3,1)%

.....



#### Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian



(Kerikil Sungai Krasak 6 mesh)



(Pasir Pantai Indrayanti 30 mesh)



(Aktivasi Fisika)



(Aktivasi Kimia Karbon Aktif)



(Hasil Penyaringan Teknologi FAAS)



(Pengukuran Efisiensi Transmisi Cahaya)

